

**PENGARUH KONSENTRASI PELAPIS EDIBLE
BERBASIS KARAGENAN DAN PELARUT FILTRAT
NANAS TERHADAP KUALITAS APEL MANALAGI
(*Malus sylvestris* Mill)**

SKRIPSI

**Oleh :
Nelly Istina Widilantika
145100601111008**



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PENGARUH KONSENTRASI PELAPIS EDIBLE
BERBASIS KARAGENAN DAN PELARUT FILTRAT
NANAS TERHADAP KUALITAS APEL MANALAGI
(*Malus sylvestris* Mill)**

SKRIPSI

**Oleh :
Nelly Istina Widilantika
145100601111008**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik**



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Pengaruh Konsentrasi Pelapis *Edible*
Berbasis Karagenan dan Pelarut Filtrat
Nanas terhadap Kualitas Apel Manalagi
(*Malus Sylvestris* Mill)

Nama Mahasiswa : Nelly Istina Widilantika

NIM : 145100601111008

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

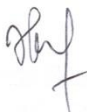
Pembimbing Pertama,



a Choviya Hawa, STP.MP. Ph.D

NIP. 19780307 200012 2 001

Pembimbing Kedua,



Shinta Rosalia Dewi, S.Si. M.Sc

NIK. 2012018612182001

LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Pengaruh Konsentrasi Pelapis *Edible* Berbasis Karagenan dan Pelarut Filtrat Nanas terhadap Kualitas Apel Manalagi (*Malus Sylvestris* Mill)

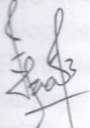
Nama Mahasiswa : Nelly Istina Widiyantika

NIM : 145100601111008

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian


Dosen Pembimbing I,



La Choviya Hawa, STP.MP. Ph.D

NIP. 19780307 200012 2 001

Dosen Pembimbing II,



Shinta Rosalia Dewi, S.Si. M.Sc

NIK. 2012018612182001

Dosen Penguji I,



Dr. Ir. Sandra Malin Sutan, MP

NIP. 19631231 199303 1 021

Ketua Jurusan,



La Choviya Hawa, STP.MP. Ph.D

NIP. 19780307 200012 2 001



Tanggal Lulus TA :

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Blitar pada tanggal 28 April 1996, dengan dua bersaudara dari ayah yang bernama Adi Wiyoto dan Ibu Wiji Astutik.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Alhidayah Mronjo, Blitar pada tahun 2003 . Sekolah Dasar di SD Negeri Mronjo 1, Kabupaten Blitar pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Tingkat Pertama di SMP Negeri 1 Talun Kabupaten Blitar pada tahun 2011, dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Garum Kabupaten Blitar pada tahun 2014.

Pada tahun 2018 penulis telah berhasil menyelesaikan pendidikannya di Universitas Brawijaya Malang di Progam Studi Teknologi Bioproses, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Selama masa pendidikan penulis pernah berperan sebagai Asisten Pindah Panas pada tahun 2017. Pernah berperan dalam anggota divisi pembimbing pada OPJ TEP 2015.

“Dan milik ALLAH-lah apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi, dan hanya kepada ALLAH segala urusan dikembalikan.”

(QS.Ali ‘Imran 3: Ayat 109)

Alhamdulillah..... Terimakasih Ya Allah atas kelancaran yang diberikan

Karya ini saya persembahkan kepada kedua orang tua, kakek, nenek, dan adikku tercinta yang selalu memberikan do’a,dukungan dan kasih sayang.

PERNYATAAN KEASLIAN TA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Nelly Istina Widilantika

NIM : 145100601111008

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul TA : Pengaruh Konsentrasi Pelapis *Edible* Berbasis Karagenan dan Pelarut Filtrat Nanas terhadap Kualitas Apel Manalagi (*Malus Sylvestris* Mill)

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang,

Pembuat Pernyataan,

Nelly Istina Widilantika
NIM. 145100601111008

repository.ub.ac.id

Nelly Istina Widilantika. 145100601111008. Pengaruh Konsentrasi Pelapis *Edible* Berbasis Karagenan dan Pelarut Filtrat Nanas terhadap Kualitas Apel Manalagi (*Malus Sylvestris* Mill). Skripsi. Pembimbing I: La Choviya Hawa, STP.MP.Ph.D. Pembimbing II: Shinta Rosalia Dewi, S.Si. M.Sc

RINGKASAN

Semakin tinggi perkembangan teknologi akan meningkatkan mobilitas masyarakat. Dari hal tersebut memberi dampak yaitu, masyarakat lebih memilih mengkonsumsi produk langsung yang tanpa melewati proses pemasakan atau pengolahan dengan kesegaran yang terjaga. Peningkatan minat masyarakat akan mendorong produsen hingga supermarket untuk menyediakan buah yang telah mengalami pengolahan minimal (buah *fress cut*). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh konsentrasi *edible coating* karagenan dan pelarut filtrat nanas terhadap kualitas apel manalagi (*Malus Sylvestris* Mill) potong. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi karagenan 0.25%, 0.5%, dan 0.75% (w/v). Faktor kedua yaitu konsentrasi pelarut filtrat nanas 15%, 25%, 35% (v/v). Setiap perlakuan disimpan pada suhu $5 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Pengukuran parameter kualitas dilakukan pada penyimpanan hari ke 1,2,3,4. Parameter pada penelitian ini diantaranya perubahan konsentrasi O_2 dan CO_2 , tekstur, susut bobot, kadar air, dan total padatan terlarut. Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa perlakuan yang diberikan memiliki nilai yang berpengaruh nyata terhadap parameter kadar oksigen, kadar karbondioksida, susut bobot, total padatan terlarut (TPT), dan tekstur, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air apel potong. Sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan *edible coating* karagenan dengan pelarut nanas dapat meminimalisir

penurunan kualitas apel potong. Selanjutnya dilakukan pengujian lanjutan BNT pada sampel yang berpengaruh nyata, hasil yang didapatkan pada parameter kadar air dan total padatan terlarut tidak terdapat nilai rerata yang berbeda nyata. Pada parameter kadar oksigen dan kadar karbondioksida memiliki nilai rerata yang berbeda yaitu pada sampel karagenan 0.25% dan pelarut nanas 75% (K1N3), pada parameter susut bobot nilai rerata berbeda yaitu pada sampel karagenan 0,75% dan pelarut nanas 35% (K3N3), pada parameter tekstur nilai rerata berbeda pada sampel K1N2 dan K1N1.

Kata kunci : *Edible coating*, Filtrat nanas, Karagenan

repository.ub.ac.id

Nelly Istina Widilantika. 145100601111008. The Effect of Concentration Edible Coatings Based on Carrageenan and Pineapple Filtrat as a Solvent to Quality of Apples (*Malus Sylvestris* Mill). Undergraduate Thesis. Supervisor I: La Choviya Hawa, STP . MP. Ph.D. Supervisor II: Shinta Rosalia Dewi, S.Si. M.Sc

SUMMARY

*The higher development and technology will increase people's mobility. Will cause people prefer to consume products without cooking process or processing with freshness. Increase public interest will encourage producers and supermarkets to provide fruit that has minimal processing (fruit fress cut). The purpose of this research is to analyze the effect of concentration of edible coating carrageenan and pineapple filtrate solvent to the quality of manalagi apple (*Malus Sylventris* Mill). This research used Randomized Block Design (RAK) 2 factors. The factors were carrageenan concentration ((0.25%, 0.5%, and 0.75% (w / v)) and solvent concentration of pineapple filtrate ((15%, 25%, 35% (v/v)). Each treatment was stored at a temperature of $5\pm 5^{\circ}\text{C}$. Respiration rate of O_2 and CO_2 , texture, weight loss, moisture content, and total dissolved solids were investigated on day storage of 1,2,3,4. The result stated that the treatment gave a significant effect on oxygen content, carbon dioxide content, weight loss, total soluble solid (TPT), and texture, but it had no significant effect on the water content of apple. So it can be said that the treatment of carrageenan edible coating with pineapple solvent can prevent the decrease of apple cut quality. Furthermore, further testing of BNT on samples had significant effect, the result showed that the parameter of water content and total dissolved solid did not have different mean value. In the parameter of oxygen level and carbon dioxide content had different mean value on the carrageenan of 0.25% and the 75%*

pineapple (K1N3) solvent. The mean value of the different weight values were 0.75% and 35% (K3N3), on different mean value texture parameters in (K1N2) and (K1N1) samples, respectively.

Keywords: Carrageenan, Edible coating, Pineapple filtrate

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya, hingga penyusunan dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini berjudul “Pengaruh Konsentrasi Pelapis *Edible* Berbasis Karagenan dan Pelarut Filtrat Nanas terhadap Kualitas Apel Manalagi (*Malus Sylvestris* Mill)”. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu La Choviya Hawa, STP.MP.Ph.D dan Ibu Shinta Rosalia Dewi, S.Si.M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, dan pengetahuan kepada penyusun
2. Bapak Dr.Ir.Sandra Malin Sutan, MP, selaku dosen penguji atas segala saran dan masukannya
3. Ibu La Choviya Hawa, STP.MP.Ph.D, selaku Ketua Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
4. Bapak Supriyono, selaku Laboran dari Laboratorium TPPHP atas bantuan dan dukungan selama penelitian
5. Kedua orang tua saya, atas segala bentuk dukungan, kasih sayang, dan do'a yang tidak pernah putus untuk saya
6. Kakek, Nenek, dan Adik saya, atas segala kasih sayang dan dukungan yang besar kepada saya
7. Hibatul Awwal Ulfa, Ghina Nisrina, dan Nisrina Sajidah, atas segala dukungan selama perkuliahan, Lia Nurfitriani atas bantuan dalam penerjemahan bahasa, dan Hamdan Mursyid atas bantuan dalam pengolahan data

repository.ub.ac.id

Menyadari adanya keterbatasan pengetahuan, referensi, dan pengalaman, penyusun mengharapkan saran dan masukan demi lebih baiknya Tugas Akhir ini. Harapan penyusun semoga TA ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun semua pihak yang membutuhkan.

Malang,....
Penyusun,

Nelly Istina W

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TA	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan masalah	4
1.6 Hipotesis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Buah apel manalagi (<i>Malus sylvestris</i> Mill).....	7
2.2 Respirasi	9
2.3 Browning.....	10
2.3.1 <i>Browning</i> reaksi enzimatis.....	10
2.3.2 <i>Browning</i> reaksi non enzimatis.....	10
2.4 <i>Edible Coating</i>	11
2.5 Buah apel terolah minimal (minimally process)	12
2.6 Buah nanas (<i>Ananas comosus</i> (L) Merr).....	14
2.7 Karagenan	16
2.8 Penelitian terdahulu	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Tempat dan waktu penelitian	21
3.2 Alat dan bahan	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan.....	22

3.3 Rancangan penelitian	23
3.4 Prosedur penelitian	24
3.4.1 Pembuatan filtrat buah nanas.....	24
3.4.2 Pembuatan larutan <i>edible coating</i> karagenan...	24
3.4.3 Persiapan buah apel terolah minimal	25
3.4.4 Pelapisan karagenan dan pelarut filtrat nanas..	28
3.4.5 Penyimpanan	28
3.5 Parameter pengukuran	29
3.5.1 Perubahan konsentrasi O ₂ dan CO ₂	29
3.5.2 Pengukuran tekstur	30
3.5.3 Pengukuran susut bobot	31
3.5.4 Pengukuran total padatan terlarut	31
3.5.5 Pengukuran kadar air	32
3.5.6 Metode pengambilan gambar	34
3.6 Analisis data.....	34
3.7 Diagram alir penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Perubahan konsentrasi O ₂ dan CO ₂	37
4.1.1 Perubahan konsentrasi oksigen (%)	37
4.1.2 Perubahan konsentrasi karbondioksida (%)	42
4.2 Susut bobot.....	48
4.3 Kadar air	53
4.4 Total padatan terlarut (TPT)	57
4.5 Tekstur.....	61
4.7 Perubahan warna.....	65
BAB V PENUTUP.....	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi kimia apel per100 gram	8
Tabel 2.3	Komposisi nanas setiap 100 gram	16
Tabel 3.1	Kombinasi perlakuan pada penelitian.....	23
Tabel 4.1	Perubahan konsentrasi oksigen	37
Tabel 4.2	Perubahan konsentrasi karbondioksida	42
Tabel 4.3	Penurunan berat selama penyimpanan.....	48
Tabel 4.4	Kadar air apel selama penyimpanan	53
Tabel 4.5	Rerata TPT apel selama penyimpanan	57
Tabel 4.6	Rerata kekerasan apel selama penyimpanan ..	61
Tabel 4.7	Rerata perubahan warna hue apel	69
Tabel 4.8	Perubahan rerata warna “L” apel	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Apel manalagi.....	9
Gambar 2.2 Buah nanas	15
Gambar 3.1 Pembuatan pelarut filtrat buah nanas	26
Gambar 3.2 Pembuatan <i>edible coating</i> karagenan.....	27
Gambar 3.3 Pola pemotongan dan ukuran apel	27
Gambar 3.4 Bagian penusukan apel	31
Gambar 3.5 Jarak pengambilan gambar apel.....	34
Gambar 3.6 Diagram alir penelitian	35
Gambar 4.1 Perubahan konsentrasi O_2	39
Gambar 4.2 Perubahan konsentrasi CO_2	43
Gambar 4.3 Grafik penurunan berat	50
Gambar 4.4 Grafik kadar air apel potong.....	54
Gambar 4.5 Grafik TPT apel potong	58
Gambar 4.6 Grafik kekerasan apel potong	62
Gambar 4.7 Perlakuan karagenan 0.25% pelarut 15%.....	66
Gambar 4.8 Perlakuan karagenan 0.25% pelarut 25%.....	66
Gambar 4.9 Perlakuan karagenan 0.25% pelarut 35%.....	67
Gambar 4.10 Perlakuan karagenan 0.5% pelarut 15%.....	67
Gambar 4.11 Perlakuan karagenan 0.5% pelarut 25%.....	67
Gambar 4.12 Perlakuan karagenan 0.5% pelarut 35%.....	67
Gambar 4.13 Perlakuan karagenan 0.75% pelarut 15%.....	67
Gambar 4.14 Perlakuan karagenan 0.75% pelarut 25%.....	68
Gambar 4.15 Perlakuan karagenan 0.75% pelarut 35%.....	68
Gambar 4.16 Apel potong tanpa perlakuan	68
Gambar 4.17 Grafik rerata hue apel potong	70
Gambar 4.18 Grafik rerata “L” apel potong	71

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Nomer Persamaan
SB	Susut Bobot	g	1
wi	Bobot awal pengamatan	g	1
wt	Bobot akhir pengamatan	g	1

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data perubahan konsentrasi oksigen	84
Lampiran 2. Data perubahan konsentrasi karbondioksida.....	88
Lampiran 3. Data penurunan berat atau susut bobot	92
Lampiran 4. Data kadar air apel potong	96
Lampiran 5. Data total padatan terlarut apel potong	103
Lampiran 6. Data tekstur atau kekerasan apel potong	109
Lampiran 7. ANOVA dan BNT parameter oksigen	116
Lampiran 8. ANOVA dan BNT parameter karbondioksida...	107
Lampiran 9. ANOVA dan BNT parameter susut bobot	118
Lampiran 10. ANOVA parameter kadar air.....	119
Lampiran 11. ANOVA parameter TPT.....	119
Lampiran 12. ANOVA dan BNT parameter kekerasan	119

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin tinggi perkembangan zaman dan teknologi akan meningkatkan mobilitas masyarakat, sehingga masyarakat hanya memiliki sedikit waktu untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tubuh. Dari hal tersebut akan memberi dampak masyarakat lebih memilih mengkonsumsi produk langsung tanpa melewati proses pemasakan atau pengolahan. Masyarakat yang tidak sempat memasak maka akan lebih memilih jasa katering. Peningkatan minat masyarakat akan mendorong produsen hingga supermarket untuk menyediakan buah yang telah mengalami pengolahan minimal (buah *fress cut*). Pemilihan buah potong segar juga sering digunakan dalam suatu acara tertentu dimasyarakat, misalnya pernikahan. Buah yang telah dilakukan proses pengupasan atau pemotongan akan lebih mudah mengalami kerusakan. Kerusakan pada buah ini dapat menyebabkan terjadinya kehilangan air dan peningkatan laju respirasi (Apriyatna, 2014). Banyak upaya yang dilakukan untuk dapat mempertahankan mutu buah dengan cara memperlambat proses respirasi dan menangkap gas etilen yang terbentuk.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan *edible coating* karagenan dengan pelarut filtrat nanas terhadap perubahan konsentrasi O_2 dan CO_2 serta parameter kualitas apel potong lainnya selama empat hari penyimpanan. Pemilihan apel manalagi sebagai bahan utama pada penelitian ini dikarenakan bahan tersebut terdapat banyak dan merupakan produk unggulan Kota Malang. Apel manalagi dapat diambil langsung dari kebun apel, sehingga variasi sampel dapat diminimalisir. *Edible coating* merupakan lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang

dapat dimakan. Karagenan dipilih sebagai *edible coating* disebabkan karena bahan tersebut terdapat banyak di pasar ataupun toko kimia dengan harga yang terjangkau dan ingin memperkenalkan kepada masyarakat bahwa terdapat bahan yang berfungsi sebagai pelapis yang dapat dikonsumsi. Pemilihan karagenan sebagai bahan pelapis telah dilakukan penelitian sebelumnya pada apel romebeauty (Huse, 2011). Pemilihan pelarut filtrat nanas adalah sebagai pengganti dari penambahan asam sintetik dari toko kimia, dan pemanfaatan bahan nanas yang terdapat banyak di Kabupaten Blitar, Penggunaan pelarut filtrat nanas telah dilakukan penelitian terdahulu mengenai pengaruh filtrat kulit nanas madu dalam menghambat pencoklatan pada apel manalagi potong (Anggita *et al*, 2017). Kandungan asam yang paling tinggi dalam nanas adalah asam sitrat sebesar 78% dari total asam. Asam sitrat adalah senyawa intermediet dan agen pengkelat dari asam organik. Sifat asam sitrat yaitu rasa yang asam dan tidak berbau. Kemampuan asam sitrat dapat mengkompleks ion tembaga dan berperan sebagai katalis dalam reaksi *browning*.

Wong *et al*, (1994) dalam Nasution *et al*, (2012) menyatakan bahwa terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan diantaranya penyimpanan suhu rendah, zat adiktif, modifikasi atmosfer dan penggunaan lapisan edible. Perlakuan dalam upaya mempertahankan kualitas buah potong dilakukan oleh penelitian Panggabean (2010) pada buah nanas potong berupa pelapisan kitosan dan modifikasi atmosfer. Hasil penelitian yang didapatkan adalah komposisi atmosfer terbaik pada konsentrasi 3-5%CO₂ dan 4-6% O₂. Upaya yang lain dalam mempertahankan mutu buah terolah minimal adalah dengan dilakukan penyimpanan dingin. Pada penelitian Apriyatna (2014) dilakukan pelapisan gelatin ikan terhadap buah melon terolah minimal, hasil yang didapatkan

pada penelitian ini adalah bahwa penggunaan suhu yang rendah dapat memperpanjang masa simpan buah melon.

Upaya lain yang digunakan untuk mempertahankan mutu bahan, dan sekarang banyak dikembangkan adalah *edible coating*. Penelitian Huse (2011) dilakukan dengan *edible coating* karagenan yang diaplikasikan pada apel romebeaty, perlakuan terbaik adalah konsentrasi karagenan 2% dan gliserol 1.5%. *Edible coating* lain yang digunakan untuk meningkatkan masa simpan adalah pada penelitian Miskiyah *et al* (2011) menggunakan *edible coating* berbasis pati sagu pada paprika. Hasil yang didapatkan yaitu dengan penggunaan *edible coating* dapat mempertahankan masa simpan hingga 3-7 hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dituliskan beberapa rumusan masalah diantaranya,

1. Bagaimana pengaruh *edible coating* berbasis karagenan dengan menggunakan pelarut filtrat nanas berbagai konsentrasi terhadap perubahan konsentrasi O_2 dan CO_2 pada buah apel manalagi potong?
2. Bagaimana pengaruh *edible coating* karagenan dengan menggunakan pelarut filtrat nanas berbagai konsentrasi terhadap nilai tekstur pada buah apel manalagi potong?
3. Bagaimana nilai setiap parameter pada buah apel manalagi potong setelah dilakukan pelapisan serta disimpan pada suhu rendah ($5\pm 2^\circ C$)?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah,

1. Menganalisis pengaruh *edible coating* karagenan dengan menggunakan pelarut filtrat nanas berbagai konsentrasi terhadap perubahan konsentrasi O_2 dan CO_2 pada buah apel manalagi potong

2. Menganalisis pengaruh *edible coating* karagenan dengan menggunakan pelarut filtrat nanas berbagai konsentrasi terhadap nilai tekstur pada buah apel manalagi potong
3. Mengukur kadar air, susut bobot, total padatan terlarut, dan nilai rerata hue (h^*) dan L pada buah apel manalagi potong setelah dilakukan pelapisan serta disimpan pada suhu rendah ($5\pm 5^\circ\text{C}$)

1.4 Manfaat

Dari penelitian yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Pelapis *Edible* Berbasis Karagenan dan Pelarut Filtrat Nanas terhadap Kualitas Apel Manalagi (*Malus Sylvestris* Mill)” diharapkan dapat mengetahui konsentrasi terbaik dari pelapis karagenan dan konsentrasi filtrat buah nanas yang memiliki penurunan kualitas yang rendah. Diharapkan setelah dilakukan penelitian ini, dapat diterapkan di masyarakat baik dalam skala industri katering dan skala rumah tangga.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini diantaranya,

- Apel yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah apel manalagi
- Pada penelitian ini tidak dilakukan uji organoleptik pada buah
- Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian total mikroba pada buah
- Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium

1.6 Hipotesis

Hipotesis yang dimiliki pada penelitian ini adalah pelapisan dengan bahan dasar karagenan menggunakan pelarut filtrat

nanas dapat mempertahankan kualitas apel potong dan dapat mempertahankan warna yang dimiliki apel potong selama penyimpanan. Perbandingan konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas paling tinggi akan lebih baik mempertahankan kualitas apel potong.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill)

Apel termasuk salah satu buah yang tumbuh dengan baik pada daerah subtropis. Menurut Trisnowati (2012) buah apel memiliki bentuk yang bulat sampai lonjong bagian pucuk buah berlekuk dangkal, kulit yang dimiliki buah ini adalah kasar dan cukup tebal. Warna yang dimiliki buah apel biasanya hijau kemerahan, hijau kekuningan, hijau berbintik-bintik, merah tua, setiap warna yang dimiliki tergantung pada varietas buah apel.

Menurut sistematika pada Trisnowati (2012) tanaman apel termasuk dalam:

Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisio	: <i>Angiospermae</i>
Klas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Rosales</i>
Famili	: <i>Rosaceae</i>
Genus	: <i>Malus</i>
Spesies	: <i>Malus sylvestris</i> Mill

Menurut Hapsari dan Estiasih (2015) dalam setiap 100 gram buah apel mengandung kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, niacin, vitamin C, air, serat dan beberapa macam zat-zat yang dibutuhkan tubuh yang ditampilkan pada **Tabel 2.1**. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah apel manalagi, ditampilkan pada **Gambar 2.1**. Pemilihan apel manalagi dikarenakan banyak terdapat di Malang dan jenis apel yang sering digunakan atau dikonsumsi baik untuk konsumsi langsung ataupun melalui

proses pengolahan. Apel manalagi memiliki diameter buah sekitar 5-7 cm dengan berat 75-160 gram per buah. Apel jenis ini memiliki rasa yang manis meskipun masih muda dan memiliki aroma yang harum. Daging buah yang berwarna putih, serta memiliki kadar air sekitar 84,05%. Apel merupakan jenis buah yang memiliki kandungan serat yang tinggi dan fitokimia terutama fenolik dan flavonoid. Kandungan fenol yang dimiliki buah apel manalagi akan menyebabkan terbentuknya enzim polifenol oksidase (Husaini, 2017). Enzim ini dapat mengkatalis fenolik menjadi melanin, dan jika terjadi kontak langsung dengan oksigen akan mengakibatkan terjadinya *browning*. *Browning* dapat menjadi salah satu penurunan kualitas apel yang dapat diamati secara fisik. Menurut Weller *et al* (2007) dan Variyar *et al* (2008) dalam Husaini (2017) menyatakan bahwa enzim polifenol oksidase aktif pada pH 3 hingga 8.5. Aktivitas maksimum pada pH 7. *Browning* merupakan salah satu indikator penurunan kualitas pada apel manalagi potong.

Tabel 2.1 Komposisi kimia apel per 100 gram

Kandungan Gizi	Jumlah
Kalori	58.00 kalori
Karbohidrat	14.90 gram
Lemak	0.40 gram
Protein	0.30 gram
Kalsium	6.00 mg
Fosfor	10.00 mg
Besi	0.30 mg
Vitamin A	90.00 Si
Vitamin B1	0.04 mg
Vitamin C	5.00 mg
Air	84.00%

Sumber : Hapsari dan Estiasih (2015)



Gambar 2.1 Apel Manalagi

2.2 Respirasi

Kerusakan pada buah dapat disebabkan karena tiga hal yaitu proses fisiologis, mikrobiologis, fisik, dan mekanis. Kerusakan pada buah karena proses fisiologis disebabkan karena reaksi metabolisme pada bahan pangan yang berakibat pada pembusukan. Kerusakan mikrobiologis diakibatkan aktivitas mikroba yang menginfeksi buah-buahan. Kerusakan fisik disebabkan karena memar, hal ini menyebabkan transpirasi cepat. Sedangkan kerusakan mekanik karena perlakuan setelah panen dan proses distribusi (Asridaya, 2016). Respirasi buah memiliki tujuan memperoleh energi bagi buah, yang merupakan proses perombakan gula ($C_6H_{12}O_6$) menjadi gula sederhana, dengan bantuan oksigen. Respirasi yang semakin cepat maka akan terjadi perubahan komposisi yang terdapat dalam jaringan. Respirasi yang besar maka akan mempengaruhi masa simpan buah yang pendek (Asridaya, 2016). Respirasi pada buah terjadi pada buah yang telah dipanen. Salah satu efek karena proses respirasi memberikan efek terjadinya pencoklatan pada permukaan apel potong.

2.3 Browning

Perubahan warna yang mudah terjadi adalah menjadi kecoklatan pada produk apel potong. Proses perubahan warna apel potong menjadi kecoklatan disebut sebagai *browning process*. Menurut Arsa (2016) terjadinya perubahan warna menjadi kecoklatan pada apel potong dapat disebabkan karena reaksi yang terbagi menjadi dua, yaitu reaksi enzimatis dan pencoklatan non-enzimatis.

2.3.1 Browning Reaksi Enzimatis

Proses *browning* atau pencoklatan secara enzimatis disebabkan karena terdapat aktifitas enzim pada bahan atau produk segar. Reaksi secara enzimatis ini biasanya terjadi pada bahan yang mengandung fenolik. Reaksi ini mudah terjadi dikarenakan proses pemotongan, kupas, ataupun kerusakan mekanis yang dapat merusak jaringan tanaman. Reaksi enzimatis mengakibatkan perubahan warna menjadi kecoklatan, perubahan warna yang dimiliki buah apel memberikan dampak kurang baik, di antaranya mengurangi kualitas fisik dan dapat terjadi perubahan warna berkelanjutan hingga hilangnya nutrisi yang dimiliki apel (Arsa, 2016). Dalam skala industri bahan yang bersumber dari hortikultura perlakuan pengontrolan terjadinya *browning* sangat penting. Reaksi pencoklatan pada buah dan sayur memberikan dampak negatif yaitu mempengaruhi kualitas warna, rasa, dan gizi, hingga diperkirakan lebih dari 50% kerusakan pada buah akibat pencoklatan enzimatis (Holderbaum *et al*, 2010).

2.3.2 Browning Reaksi Non-Enzimatis

Perubahan warna menjadi kecoklatan akibat reaksi non-enzimatis bukan disebabkan karena enzim, tetapi terjadi pencoklatan akibat proses pengolahan yang dialami bahan tersebut. Reaksi non-enzimatis secara umum terbagi menjadi dua yaitu reaksi karamelisasi dan reaksi *maillard*

(Arsa, 2016). Reaksi karamelisasi dapat terjadi bila bahan khususnya gula, dilakukan proses pemanasan pada suhu yang melebihi titik leburnya. Dalam proses pemecahan dan pengurangan air terjadi juga reaksi polimerisasi yang dapat menghasilkan warna coklat. Reaksi *maillard* merupakan reaksi gula pereduksi dengan gugus amina primer, Hasil dari reaksi ini adalah bahan yang berwarna coklat dan biasanya dijadikan sebagai tanda dari turunnya mutu bahan. Pada perlakuan apel potong yang dilakukan terjadi pencoklatan yang disebabkan reaksi mailard, Hal ini disebabkan karena kandungan asam amino pada apel, yang berinteraksi dengan gula pereduksi, dan mendukung terjadinya pencoklatan pada permukaan apel yang tidak diinginkan. Friedman (1996) menyatakan bahwa terdapat beberapa jenis reaksi pencoklatan non enzimatis diantaranya, reaksi protein dan asam amino karbohidrat yang dikatalis karena perlakuan pemberian panas, reaksi protein-karbohidrat in vivo, reaksi asam lemak teroksidasi protein, dan pembentukan amina heterosiklik.

2.4 Edible Coating

Terdapat beberapa upaya penanganan buah dan sayur untuk meningkatkan waktu simpan produk. Penanganan ini dilakukan untuk mempertahankan kualitas dan menekan kecepatan penurunan kualitas buah. Upaya yang biasa dilakukan yaitu penyimpanan pada suhu dingin, pengemasan dengan plastik. Perlakuan pengemasan dengan plastik jika tidak tepat akan menghasilkan peningkatan laju penurunan mutu buah yang disimpan. Perlakuan yang dikembangkan sekarang adalah dilakukan pelapisan menggunakan *edible coating*. *Coating* merupakan salah satu upaya penggunaan suatu bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan masa simpan buah selama

penyimpanan. Penggunaan *coating* dapat menurunkan kehilangan rasa dan aroma, menunda adanya perubahan warna, dan pertukaran gas selama penyimpanan produk (Ioannou dan Ghoul, 2013). *Edible coating* adalah berupa lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi. *Edible coating* dapat berfungsi sebagai *barrier* agar buah tidak kehilangan kelembapan, memiliki sifat *permeable* terhadap gas-gas tertentu, serta mampu mengontrol perpindahan komponen-komponen yang larut dalam air (Widaningrum *et al*, 2011). Proses pelapisan yang digunakan pada buah dapat dilakukan dengan bungkus, pencelupan, penyikatan, serta penyemprotan sehingga akan terbentuk tahanan yang selektif terhadap transmisi uap air dan gas serta memberi perlindungan dari kerusakan mekanik (Agustina *et al*, 2015). Keuntungan bahan atau produk yang dikemas menggunakan *edible coating* adalah sebagai berikut, (Widaningrum *et al*, 2011).

1. Menurunkan aktivitas air pada permukaan bahan atau buah
2. Memperbaiki struktur permukaan yang menjadi lebih mengkilap
3. Mencegah terjadinya susut bobot karena dehidrasi yang rendah
4. Mengurangi kontak bahan dengan oksigen langsung
5. Tidak mengalami perubahan sifat asli produk ataupun aroma produk
6. Memperbaiki penampilan produk

2.5 Buah Apel Terolah Minimal (*Minimally Process*)

Perubahan kualitas fisik yang dimiliki apel potong adalah terjadinya pencokatan pada permukaan apel. Warna kecoklatan dapat disebabkan karena proses respirasi. Aktivitas respirasi buah dan sayur mengakibatkan

perubahan kimia maupun kualitas fisik produk segar tersebut selama penyimpanan (Hasbullah dan Rubbi, 2014). Penurunan kualitas ini semakin didukung karena penanganan pasca panen yang kurang tepat. Kegiatan pascapanen salah satunya disebut pengolahan minimal (*minimally process*). Pengolahan minimal ini bertujuan untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak diinginkan dan memperkecil ukuran sehingga mempercepat penyajian (Hasbullah dan Rubbi, 2014). Menurut Lee (2003) dalam Ghavidel *et al*,(2013) menyatakan bahwa pengolahan minimal pada buah dan sayur meliputi pemisahan ukuran, pencucian, sortasi, pengupasan, pemotongan, dan pengemasan.

Dengan melakukan pengolahan minimal memiliki beberapa kelebihan yaitu konsumen dapat melihat langsung kondisi produk dan menjamin mutu buah, sedangkan untuk buah yang berukuran besar maka konsumen tidak perlu mengeluarkan uang yang lebih untuk membeli buah utuh. Kekurangan yang dimiliki pada buah yang mengalami pengolahan minimal akan rentan terhadap kerusakan dan penurunan mutu. Kerusakan dan penurunan mutu buah yang terolah minimal disebabkan karena kehilangan kulit buah yang berfungsi sebagai pelindung alami buah. Kehilangan kulit buah karena pengolahan minimal terjadi sintesis etilen, degradasi membran lipid, kehilangan air serta peningkatan laju respirasi (Apriyatna, 2014). Dengan adanya perlakuan pengolahan minimal pada buah akan memberi dampak yang dapat dilihat secara fisik adalah perubahan warna pada permukaan buah. Berdasarkan hal tersebut harus diberikan pengolahan tambahan yang berfungsi meminimalisir kerusakan.

Perlakuan yang sering digunakan pada buah apel terolah minimal adalah dengan penambahan asam askorbat

yang berfungsi untuk mempertahankan warna segar pada permukaan apel (Effendi *et al*, 2016). Bahan asam askorbat masih sering digunakan dalam skala laboratorium, hanya terdapat beberapa masyarakat yang mengetahui bahan asam askorbat dan fungsinya. Pada penelitian ini digunakan bahan yang memiliki kandungan asam, sehingga diharapkan mampu mempertahankan penurunan kualitas secara fisik pada permukaan apel potong. Salah satu bahan yang memiliki kandungan asam adalah buah nanas. Menurut Puspita (2012) menyatakan bahwa asam yang terdapat buah nanas yaitu diantaranya asam sitrat, asam malat, asam oksalat. Kandungan asam yang paling tinggi adalah asam sitrat 78% dari total asam. Hal ini didukung oleh pendapat Husaini (2017) sifat asam sitrat yaitu rasa yang asam dan tidak berbau. Kemampuan asam sitrat dapat mengkompleks ion tembaga dan berperan sebagai katalis dalam reaksi *browning*.

2.6 Buah Nanas (*Ananas comosus* (L) Merr)

Menurut Puspita (2012) menyatakan bahwa buah nanas merupakan buah yang memiliki mata yang banyak dan warna yang dimiliki buah ini adalah kuning keemasan. Buah nanas dapat tumbuh pada daerah tropis dengan panen sebanyak 2 hingga 3 kali dalam satu tahun. Buah nanas yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah nanas, ditampilkan pada **Gambar 2.2**. Kandungan gizi yang dimiliki buah nanas ditampilkan pada **Tabel 2.3**

Klasifikasi dari buah nanas menurut Marsela (2012) yaitu,

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuh-tubuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Kelas	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Ordo	: <i>Farinosae</i> (<i>Bromeliales</i>)
Famili	: <i>Bromeliaceae</i>

Genus : *Ananas*
Spesies : *Ananas comous* L.Merr



Gambar 2.2 Buah Nanas

Buah nanas merupakan kombinasi antara gula dan asam. Menurut Puspita (2012) menyatakan gula yang dimiliki buah nanas adalah glukosa 2.32% fruktosa 1.42% dan sukrosa 7.89% dan asam yang terdapat buah nanas yaitu diantaranya asam sitrat, asam malat, asam oksalat. Kandungan asam yang paling tinggi adalah asam sitrat 78% dari total asam. Menurut Husaini (2017) menyatakan bahwa asam sitrat adalah senyawa intermediet dan agen pengkelat dari asam organik. Sifat asam sitrat yaitu rasa yang asam dan tidak berbau. Kemampuan asam sitrat dapat mengkompleks ion tembaga dan berperan sebagai katalis dalam reaksi *browning*. Asam sitrat juga dapat menghambat pencoklatan dengan menurunkan pH sehingga enzim pemicu pencoklatan menjadi inaktif. Bahan lain yang terdapat dalam nanas dan memiliki fungsi sebagai anti browning adalah asam askorbat. Asam askorbat akan teroksidasi menjadi *dehydroascorbic* acid setelah waktu tertentu (Effendi et al, 2016). Komposisi nanas ditampilkan pada **Tabel 2.3**. Diameter buah nanas 11-16 cm dengan berat 0.5-2.5 kg dan kadar air yang tinggi (Fikania, 2017).

Tabel 2.3 Komposisi nanas setiap 100 gram

Pengukuran	Nilai
Kadar air	85,3 gram
Asam askorbat	16,9 mg/100 gram
Total asam	16,9 mg
<u>Karbohidrat</u>	
Glukosa	1,76 gram
Fruktosa	1,94 gram
Sukrosa	4,59 gram
Total Gula	8,29 gram

Sumber : Fikania (2017)

2.7 Karagenan

Pengolahan minimal yang dilakukan pada buah ataupun sayur akan memberikan efek penurunan kualitas bahan yang lebih cepat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir penurunan kualitas adalah dengan melakukan pelapisan pada permukaan bahan. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan pelapis adalah karagenan. Karagenan merupakan bahan pelapis yang berasal dari rumput laut merah dan tersusun dari beberapa campuran polisakarida (Huse, 2011). Lapisan tipis yang terbentuk dari polisakarida dapat efektif mencegah pencoklatan pada permukaan bahan dan oksidasi komponen yang dimiliki oleh bahan. Karagenan merupakan bahan yang dapat larut dalam air yang berasal dari rantai linier sulfat galaktan (Novita *et al*, 2016). Penggunaan karagenan sebagai bahan pelapis telah diterapkan diantaranya pada buah jeruk manis, jambu biji, dan buah apel *romebeauty*. Karagenan diperoleh dari ekstraksi dinding sel rumput laut merah yang termasuk dalam famili *Rhodophyceae* (Raghav *et al*, 2016).

Menurut penelitian Diharmi *et al*, (2011) menyatakan bahwa karagenan tersusun dari unit-unit galaktosa dan 3,6-

anhidrogalaktoza dan berikatan dengan gugus sulfat atau tidak. Ikatan yang dimiliki adalah α 1,3-D-galaktoza dan β 1,4-3,6 anhidrogalaktoza. Dari penyusunan sulfat pada monomer karagenan terbagi menjadi beberapa tipe diantaranya kappa, iota, lamda, mu, nu, dan xi- karagenan (Diharmi *et al*, 2011). Tetapi secara komersil jenis karagenan dibagi menjadi tiga yaitu kappa, iota, dan lambda. Pada penelitian ini digunakan karagenan berjenis kappa. Ciri yang dimiliki oleh karagenan jenis kappa adalah larut dalam air panas, gel tidak berwarna atau transparan, dan dapat larut dengan air. Kappa karagenan merupakan karagenan yang diperoleh dari proses ekstraksi pada jenis rumput laut *Kappaphycus alverizii* (Ferdiansyah *et al*, 2017). Sedangkan menurut Diharmi *et al*,(2011) jenis rumput laut yang dapat menghasilkan karagenan iota adalah spesies *Eucheuma denticulatum* dan jenis rumput laut yang dapat menghasilkan karagenan lamda adalah *Gigartina* dan *Codrus*.

Salah satu fungsi yang dimiliki karagenan adalah dapat digunakan sebagai bahan *edible coating* pada buah. Karagenan merupakan bahan yang disusun dari bentuk kompleks polisakarida. Sehingga dengan menggunakan karagenan dapat mudah terjadi pembentukan lapisan yang dapat meminimalisir penurunan kualitas dari buah yang dilapisi. Pelapisan dengan karagenan membentuk gelas selama proses pengeringan rata-rata menghasilkan bentuk jaringan 3-dimensi dengan heliks ganda polisakarida dan lapisan yang telah mengalami penguapan pelarut (Raghav *et al*, 2016). Penggunaan karagenan sebagai *edible coating* dapat ditambahkan dengan gliserol, pada perlakuan ini digunakan sebagai *plasticizer* (Huse, 2011). Penggunaan gliserol akan menghasilkan bahan *edible* yang lebih fleksibel dan halus. Konsentrasi karagenan dan gliserol

repository.ub.ac.id

yang tinggi akan mengakibatkan hasil *edible coating* yang lebih tebal (Mulyadi, 2011).

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan adalah berjudul “Studi Potensi Kulit Nanas Madu (*Ananas comosus* (L.) Merr) sebagai Bahan Anti *Browning* Buah Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill)” oleh Anggita *et al* (2017). Dalam penelitian ini digunakan kulit buah nanas madu sebagai bahan anti *browning* pada apel manalagi. Perlakuan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dengan faktor utama adalah ekstrak kulit buah nanas madu yaitu 0% v/v, 25% v/v, 50% v/v, 75% v/v, 100% v/v. Parameter yang diperhatikan pada penelitian ini adalah indeks *browning*, kandungan karbohidrat terlarut total, aktivitas enzim *dehydrogenase*, dan gula pereduksi. Pembuatan 100% larutan stok dengan menggunakan 500 gram kulit nanas dan diblender dengan 1000 ml aquades, dan disaring serta diletakkan pada *beaker glass*. Hasil yang didapatkan adalah konsentrasi 25% ekstrak kulit buah nanas menurunkan indeks *browning* buah apel sebesar 51.89%. Konsentrasi kulit buah nanas tidak mempengaruhi kandungan karbohidrat pada buah apel manalagi, konsentrasi kulit buah nanas 50% menurunkan enzim *dehydrogenase* sebesar 34.59%.

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini yang kedua adalah penelitian Huse *et al* pada tahun 2011. Penelitian ini berjudul “Aplikasi *Edible Coating* dari Karagenan dan Gliserol untuk Mengurangi Penurunan Kerusakan Apel Romebeauty”. Pada penelitian ini digunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan menggunakan dua faktor perlakuan dua kali pengulangan. Faktor pertama konsentrasi karagenan 1% dan 2%. Faktor

kedua adalah adalah konsentrasi gliserol berdasarkan volume aquades yaitu 0.5%, 1%, dan 1.5%. Parameter penurunan mutu yang diamati diantaranya susut bobot, vitamin C, dan total padatan terlarut. Hasil yang didapatkan dengan perlakuan terbaik adalah dengan menggunakan pelapis karagenan konsentrasi 2% w/v dan gliserol 1.5%.

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini yang ketiga adalah penelitian Ghavidel *et al* pada tahun 2013. Penelitian ini berjudul "*Effect of Selected Edible Coatings to Extend Shelf Life of Fresh-Cut Apples*". Pada penelitian ini dilakukan pelapisan pada apel potong dengan pelapis yang dibentuk dari *Whey Protein Concentrate* (WPC), Soy Protein Isolate, Karagenan, dan Alginat. Evaluasi kualitas dilakukan selama penyimpanan. Penyimpanan dilakukan selama 15 hari pada suhu 4°C. Penggunaan karagenan pada penelitian ini adalah 0.5% atau 0.5/100ml. Parameter yang diamati diantaranya adalah warna, tekstur dan sensori. Hasil yang didapatkan adalah bahwa dari keseluruhan lapisan *edible* yang dibuat dapat memperpanjang umur simpan potongan apel segar dan menjaga kualitas apel segar.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga bulan Maret 2018 di Laboratorium Teknologi Pangan dan Pengolahan Hasil Pertanian (TPPHP), Jurusan Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. O_2 & CO_2 Analyzer : Sebagai alat pengukur konsentrasi O_2 dan CO_2 pada sampel
Quantek 902D From USA
2. Texture Analyzer : Sebagai pengukur kekerasan apel
Brookfield CT-3 From USA
3. Refraktometer : Sebagai alat pengukur padatan terlarut dalam bahan
4. Oven : Sebagai alat pengeringan bahan untuk pengukuran kadar air
5. Timbangan analitik : Sebagai penimbang bahan
6. Lemari pendingin : Sebagai tempat penyimpanan buah apel potong
7. Kompor listrik : Sebagai pemanas larutan pelapis
8. Thermometer : Sebagai pengukur suhu emulsi pelapis
9. Stopwatch : Sebagai pengukur waktu
10. Gelas beaker : Sebagai wadah pembuatan larutan pelapis
11. Gelas ukur : Sebagai pengukur larutan pada saat perlakuan
12. Toples plastik : Sebagai wadah untuk pengukuran O_2 dan CO_2 pada sampel

- repository.ub.ac.id
- | | |
|-----------------|---|
| 13. Pisau | : Sebagai pemotong bahan |
| 14. Talenan | : Sebagai alas potong apel |
| 15. Lakban | : Sebagai perekat wadah toples untuk mencegah kebocoran |
| 16. Kain saring | : Sebagai pemisah antara sari lemon dari bulirnya |

3.2.2 Bahan

1. Buah apel, sebagai bahan perlakuan. Jenis apel yang digunakan adalah jenis apel manalagi. Apel pada penelitian ini diperoleh dari Kelompok Tani Makmur Abadi (KTMA), Jalan Diponegoro 10 Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Batu, Jawa Timur. Pemilihan buah apel dilakukan dengan menggunakan acuan ukuran apel yang sama yaitu memiliki ukuran lingkaran horizontal buah 18-18.5 cm. Dari aspek warna dipilih buah apel yang memiliki warna hijau segar dan tidak terlalu kuning, serta tidak ada cacat pada permukaan apel. Penyeragaman kematangan sampel yaitu dengan menggunakan apel yang berumur ± 5 hari setelah pemetikan.
2. Buah nanas, sebagai bahan pelarut. Nanas pada penelitian ini diperoleh dari Kabupaten Blitar. Pemilihan nanas dilakukan dengan menggunakan aspek pengukuran berat nanas, nanas yang diambil adalah nanas yang memiliki berat minimal 0.5 kg. Pemilihan berat ini akan mempengaruhi jumlah filtrat yang dihasilkan buah nanas. Buah nanas dipilih yang berwarna hijau kekuningan dan tidak ada kebusukan atau jamur pada kulit buah. Penyeragaman kematangan sampel yaitu dengan menggunakan nanas yang berumur ± 5 hari setelah pemetikan
3. Karagenan, sebagai bahan *edible coating*. Karagenan yang digunakan adalah karagenan jenis kappa kualitas teknis.

4. Aquades, sebagai bahan tambahan pelarut *edible coating*.
5. Gliserol, sebagai *plasticizer*. Gliserol yang digunakan adalah gliserol kualitas pa.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi pelapis karagenan 0.25% w/v, 0.5% w/v, 0.75% w/v. Faktor kedua adalah konsentrasi pelarut dari filtrat nanas 15%, 25%, dan 35% v/v. Dilakukan perlakuan bahan kontrol yaitu bahan yang tidak diberi perlakuan apapun. Selanjutnya bahan perlakuan dan bahan kontrol disimpan pada suhu $5 \pm 2^\circ\text{C}$. Rancangan penelitian ini digunakan pengulangan sebanyak tiga kali. Kombinasi perlakuan pada penelitian ini ditampilkan pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan pada penelitian

Konsentrasi pelarut filtrat nanas	Konsentrasi Pelapis Karagenan		
	0.25 (K1)	0.5 (K2)	0.75 (K3)
15 (N1)	K1N1	K2N1	K3N1
25 (N2)	K1N2	K2N2	K3N2
35 (N3)	K1N3	K2N3	K3N3

Keterangan :

K1N1: Karagenan konsentrasi 0.25% w/v dan filtrat nanas 15%

K1N2: Karagenan konsentrasi 0.25% w/v dan filtrat nanas 25%

K1N3: Karagenan konsentrasi 0.25% w/v dan filtrat nanas 35%

K2N1: Karagenan konsentrasi 0.50% w/v dan filtrat nanas 15%

K2N2: Karagenan konsentrasi 0.50% w/v dan filtrat nanas 25%

K2N3: Karagenan konsentrasi 0.50% w/v dan filtrat nanas 35%

K3N1: Karagenan konsentrasi 0.75% w/v dan filtrat nanas 15%

K3N2: Karagenan konsentrasi 0.75% w/v dan filtrat nanas 25%

K3N3: Karagenan konsentrasi 0.75% w/v dan filtrat nanas 35%
Kontrol : Tanpa perlakuan karagenan dan pelarut nanas

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Pelarut Filtrat Buah Nanas

Tahapan yang dilakukan adalah nanas dikupas dan dibersihkan mata buah nanas menggunakan pisau *stainless steel*. Tahap berikutnya adalah memotong buah nanas menjadi 4 bagian. Buah nanas yang berukuran kecil selanjutnya diparut. Hasil dari parutan buah nanas disaring dengan menggunakan kain saring. Hasil yang didapatkan pada tahap ini adalah filtrat buah nanas dengan konsentrasi 100%. Pada penelitian ini konsentrasi bahan filtrat nanas yang digunakan adalah 15, 25, 35% v/v. Bahan dengan konsentrasi 15% didapatkan dengan mengambil dari larutan stok sebanyak 45 ml dalam 300 ml. Selanjutnya bahan dengan konsentrasi 25% dengan mengambil dari larutan stok sebanyak 75 ml dalam 300 ml. Selanjutnya bahan konsentrasi 35% didapatkan dengan mengambil dari larutan stok sebanyak 105 ml dalam 300 ml. Diagram alir pembuatan filtrat nanas ditampilkan pada **Gambar 3.1**.

3.4.2 Pembuatan Larutan *Edible Coating* Karagenan

Pembuatan larutan *edible coating* mengacu pada penelitian Novita *et al*, (2016) Pembuatan konsentrasi karagenan 0.25% w/v, dengan menimbang 0.75 gram karagenan ditambahkan hingga 300 ml pelarut filtrat nanas dengan konsentrasi sesuai perlakuan. Proses ini dilakukan di *beaker glass* dan diaduk selama 3 menit pada suhu 55°C.. Pada *edible coating* konsentrasi 0.5% w/v dengan menimbang 1.5 gram karagenan dilarutkan pada 300 ml filtrat nanas sesuai perlakuan dan 0.75%

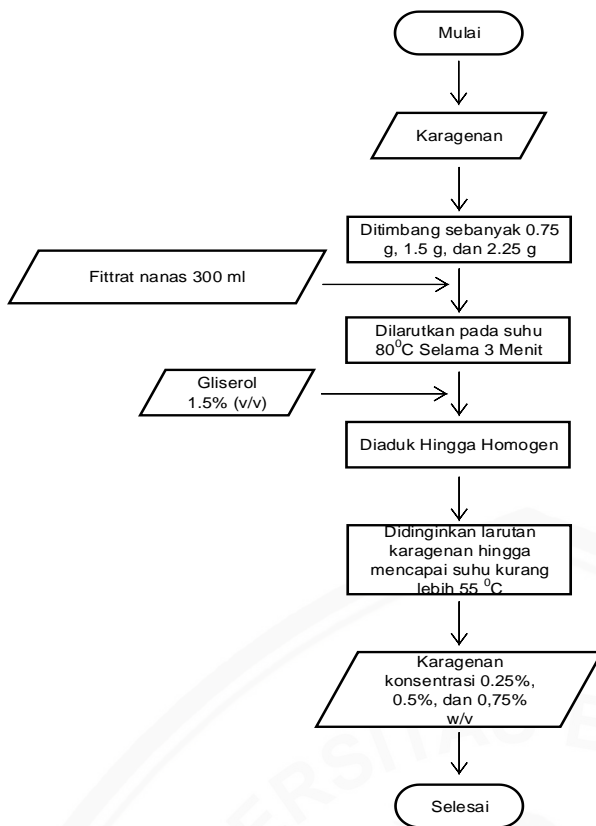
w/v dengan menimbang 2.25 gram karagenan dilarutkan pada 300 ml filtrat nanas sesuai perlakuan. Pembuatan *edible coating* karagenan ditambah dengan gliserol sebesar 1.5% dari total larutan *edible*. Diagram alir pembuatan *edible coating* karagenan ditampilkan pada **Gambar 3.2**.

3.4.3 Persiapan Buah Apel Terolah Minimal

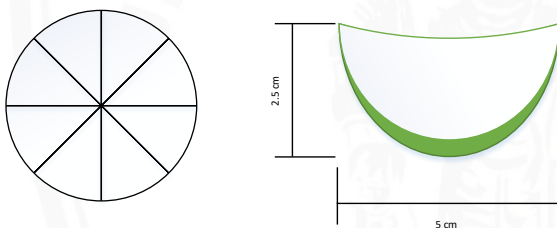
Tahapan perlakuan diantaranya adalah sortasi buah apel yang memiliki ukuran seragam. Ukuran apel manalagi yang digunakan adalah ukuran diameter 8 cm. Apel yang digunakan dipilih yang memiliki bentuk bulat sempurna, dan tidak ada bentuk cacat pada permukaan apel. Selanjutnya buah apel dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan dengan menggunakan tisu. Tahap selanjutnya adalah pemotongan buah apel. Pemotongan ini dilakukan dengan membagi buah apel menjadi 8 bagian. Setiap bagian diusahakan memiliki ukuran yang mirip dan memiliki bentuk bulan sabit. Hasil dari perlakuan ini adalah didapatkan *fress cut* buah apel. Ukuran apel potong yaitu dengan panjang ± 5 cm dan lebar ± 2.5 cm. Pola pemotongan dan ukuran setiap potongan apel ditampilkan pada **Gambar 3.3**. Pada penelitian ini digunakan 9 variasi perlakuan. Pada setiap perlakuan menggunakan satu buah apel manalagi yang dipotong menjadi 8 bagian, dari 8 bagian tersebut akan dilakukan pengamatan selama 4 hari penyimpanan. Jumlah sampel yang diamati pada setiap hari adalah dua potong sampel. Perlakuan varisi yaitu 9 perlakuan dengan menggunakan 3 kali pengulangan, sehingga apel yang dibutuhkan adalah ± 27 buah apel.



Gambar 3.1 Pembuatan pelarut filtrat buah nanas



Gambar 3.2 Pembuatan *Edible Coating* Karagenan



Gambar 3.3 Pola pemotongan dan ukuran setiap potongan apel

3.4.4 Pelapisan Karagenan Dengan Pelarut Filtrat Nanas

Faktor pertama pada penelitian ini adalah konsentrasi karagenan dan faktor kedua adalah konsentrasi pelarut filtrat nanas. Karagenan didiamkan hingga mencapai suhu 55°C (Huse, 2011). Perlakuan penurunan suhu pada bahan pelapis ini dikarenakan agar tidak merusak jaringan pada bahan. Setelah suhu mencapai syarat tersebut, maka apel potong sudah dapat dimasukkan atau dicelupkan. Larutan *edible* diletakkan pada wadah yang berbeda dari proses pemasakan, perlakuan ini dapat membantu mempercepat penurunan suhu larutan *edible*. Apel yang telah dipotong dicelupkan pada larutan *edible coating* yang diletakkan pada wadah dan diangkat dengan menggunakan garpu. Penggunaan garpu dapat membantu penirisan *edible coating*. Waktu pencelupan yang digunakan adalah selama 30 detik (Huse, 2011). Setelah dilakukan pencelupan, apel potong diletakkan pada nampan plastik didiamkan selama ± 30 menit yang berfungsi untuk mengeringkan gel *edible coating*.

3.4.5 Penyimpanan

Apel potong dari setiap perlakuan dan apel tanpa perlakuan pada suhu $5 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Penyimpanan ini dengan menggunakan toples plastik yang direkatkan dengan menggunakan lakban. Penggunaan lakban berfungsi mencegah kebocoran dari respirasi apel potong. Pemilihan wadah toples plastik dapat menjaga buah dari kotoran dan untuk mengetahui besar respirasi yang dimiliki apel potong. Pada bagian dalam toples diberi jaring-jaring yang terbuat dari kawat. Pemberian jaring-jaring ini akan dapat menghindari interaksi antara apel dan air yang dihasilkan selama penyimpanan karena proses respirasi yang dilakukan apel potong. Tahap

terakhir yaitu dilakukan pengamatan setiap hari pada hari ke 1,2,3,4 hari penyimpanan, untuk mengetahui penurunan kualitas buah apel potong. Parameter yang diamati yaitu susut bobot, kadar air, total padatan terlarut, tekstur dan perubahan konsentrasi oksigen dan karbondioksida dalam wadah. Diagram alir penelitian ini ditampilkan pada **Gambar 3.6**.

3.5 Parameter Pengukuran

3.5.1 Perubahan Konsentrasi O₂ dan CO₂

Respirasi pada buah akan terus dilakukan karena berlangsungnya kehidupan jaringan, dan cara buah untuk mendapatkan energi. Pengukuran respirasi pada buah apel potong dengan mengukur konsentrasi O₂ dan CO₂ pada wadah tertutup. Nilai O₂ pada hari pertama ditentukan sebesar 21% sedangkan nilai CO₂ 0.1%. Pengukuran parameter ini menggunakan CO₂-O₂ *analyzer* merek Quantek (*model 90 2D dual trak*) di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP). Sebelum dilakukan pengujian toples plastik yang berisi apel potong dikeluarkan dari refrigerator dan didiamkan pada suhu kamar ± 30 menit. Adapun prosedur yang dilakukan dalam pengukuran respirasi diantaranya,

1. Dihubungkan CO₂-O₂ *analyzer* pada stop kontak
2. Dinyalakan CO₂-O₂ *analyzer* dengan menekan tombol ON
3. Dilakukan kalibrasi pada CO₂-O₂ *analyzer* dengan cara dilakukan penekanan tombol pompa pada udara terbuka, ditunggu hingga nilai O₂ 21% dan nilai CO₂ 0,1%
4. Probe saluran udara masuk ditancapkan pada lubang toples

5. Ditunggu hingga angka pada O_2 dan CO_2 stabil (dilakukan 3 kali pengukuran dan dilakukan rata-rata)

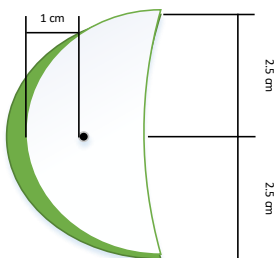
3.5.2 Pengukuran Tekstur

Respirasi yang dilakukan pada buah potong akan mempengaruhi kualitas produk. Salah satu aspek yang menunjukkan kualitas apel adalah tekstur yang dimiliki apel. Tekstur atau kekerasan yang dimiliki apel potong akan semakin lembek selama proses penyimpanan. Pengujian tekstur dilakukan dengan mengambil sampel pada toples, dan meletakkan dengan posisi datar. Pengukuran parameter ini dengan menggunakan tekstur *analyzer* tipe (C3) *brook field* ukuran jarum berdiameter 2 mm di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP). Prosedur dilakukan dalam pengukuran tekstur diantaranya,

1. Dinyalakan tekstur *analyzer* yang terhubung dengan komputer
2. Masuk kedalam program uji tekstur
3. Masukkan identitas sampel seperti nama produk, kode, dan jenis uji yang dilakukan adalah kompresi
4. Pilih probe yang akan digunakan (TA 39)
5. Lakukan penusukan sebanyak 2 kali dengan kedalaman ± 1 cm dan selanjutnya dirata-rata
6. Data tekstur langsung tersimpan dalam komputer berupa grafik dan data yang menunjukkan kondisi sampel

Sampel diambil dari dalam toples dan dilakukan penusukan pada bagian tengah potongan pada dua

sampel selanjutnya hasil tersebut dirata-rata. Ukuran penusukan dilakukan pada $\pm 1\text{cm}$ dari kulit apel. Bagian penusukan apel ditampilkan pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.4 Bagian penusukan apel

3.5.3 Pengukuran Susut Bobot

Pengukuran susut bobot dilakukan menggunakan b timbangan analitik. Penimbangan dilakukan sebelum buah potong disimpan (w_i) dan pengamatan setiap hari (w_f). Satuan pengukuran yang digunakan adalah gram. Persamaan pengukuran susut bobot ditampilkan pada **Persamaan 1**,

$$SB = w_i - w_f \dots\dots\dots(1)$$

3.5.4 Pengukuran Total Padatan Terlarut

Parameter kualitas yang dilakukan selanjutnya adalah total padatan terlarut. Alat yang dapat digunakan untuk mengukur total padatan terlarut adalah refractometer di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP). Refraktometer merupakan alat optik sederhana yang berfungsi mengukur jumlah cahaya yang dibiaskan

dan dihasilkan skala gula dalam cairan dengan satuan $^{\circ}\text{brix}$. Prosedur dilakukan dalam pengukuran Total Padatan Terlarut (TPT) diantaranya,

1. Diambil apel potong yang terdapat dalam toples
2. Dipotong ukuran ± 2 cm
3. Diparut dengan menggunakan parutan
4. Hasil parutan diperas pada bagian kaca prisma refraktometer
5. Menutup kaca prisma refraktometer
6. Mencari tempat yang memiliki cukup cahaya
7. Dilihat pada lubang teropong
8. Dilihat skala yang berada diantara dua warna yaitu warna biru dan putih
9. Dicatat sebagai nilai total padatan terlarut dengan satuan $^{\circ}\text{Brix}$
10. Dibersihkan kaca prisma dengan menggunakan tisu

3.5.5 Pengukuran Kadar Air

Parameter penurunan kualitas apel potong yang lain adalah kadar air yang dimiliki bahan. Pengukuran parameter ini dengan menggunakan alat timbangan analitik, oven di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP). Prosedur pengukuran kadar air diantaranya,

1. Mengambil apel potong pada setiap perlakuan pada sampel
2. Dilakukan pemotongan dan penimbangan dengan berat 2 gram \pm 0.5 gram sebagai berat awal
3. Diletakkan dalam tempat alumunium foil
4. Dimasukkan dalam oven pada suhu 105°C

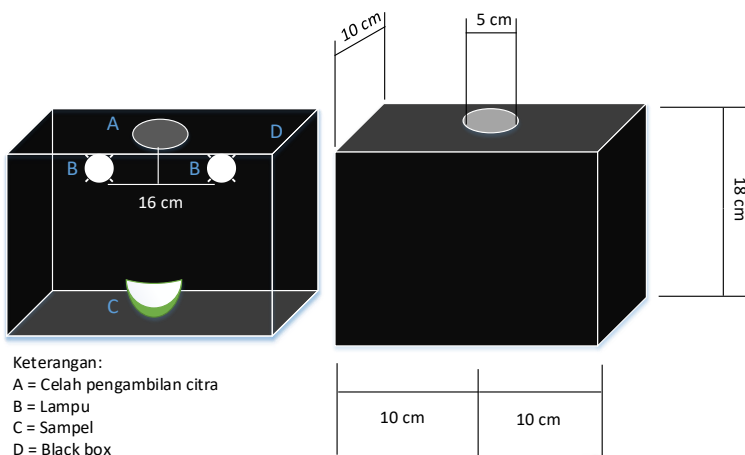
5. Diamati hingga beratnya konstan (penimbangan dilakukan berkala setiap 1 jam)
6. Dicatat data sebagai berat akhir
7. Dihitung kadar air dengan hasil berupa satuan %

Kadar air pada perhitungan ini memiliki satuan %. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kadar air ditampilkan pada **Persamaan 2**,

$$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(Berat\ awal - Berat\ akhir)}{Berat\ awal} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

3.5.6 Metode Pengambilan Gambar

Pengambilan gambar kondisi permukaan apel dilakukan dalam ruang tertutup dengan pencahayaan yang telah diatur. Pengambilan gambar dilakukan hingga penyimpanan hari ke 4. Lampu yang digunakan pada pengambilan gambar adalah lampu 1.5 watt berwarna putih berjumlah dua buah, menggunakan bahan kardus yang sudah diberikan kain penutup warna hitam pada keseluruhan permukaan, hal ini berfungsi untuk mengatur kondisi pencahayaan yang sama pada setiap sampel. Dengan penampakan jarak pengambilan foto dan lampu ditampilkan pada **Gambar 3.5**. Jarak antara kamera dan apel ± 15.5 cm dan jarak lampu ke apel ± 12.5 cm. Nilai perubahan warna yang diamati adalah nilai kecerahan yaitu nilai L dan nilai hue (h^*). Selanjutnya, gambar diproses menggunakan aplikasi Matlab R2014a untuk analisis besarnya nilai h^* , dan aplikasi Visual Basic 6.0 untuk analisis nilai L.

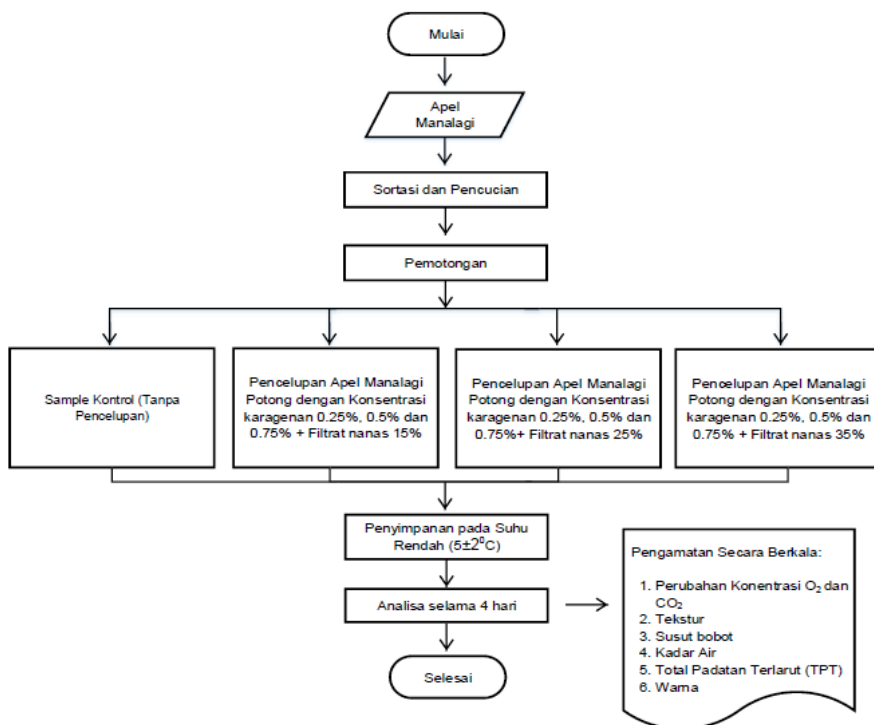


Gambar 3.5 Jarak Pengambilan Gambar Sampel

1.6 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini terdapat lima parameter diantaranya adalah susut bobot, kadar air, total padatan terlarut (TPT), tekstur, perubahan konsentrasi O_2 CO_2 dan warna. Dari data yang diperoleh dilakukan pengolahan data menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA) apabila terdapat beda nyata maka akan dilakukan uji BNT 1% dan 5%.

3.7 Diagram alir penelitian



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perubahan Konsentrasi O₂ dan CO₂

4.1.1 Perubahan Konsentrasi Oksigen (%)

Rerata pengukuran konsentrasi oksigen pada apel potong ditampilkan pada **Tabel 4.1** dan **Gambar 4.1** secara lengkap ditampilkan pada **Lampiran 1**.

Tabel 4.1 Perubahan Konsentrasi Oksigen

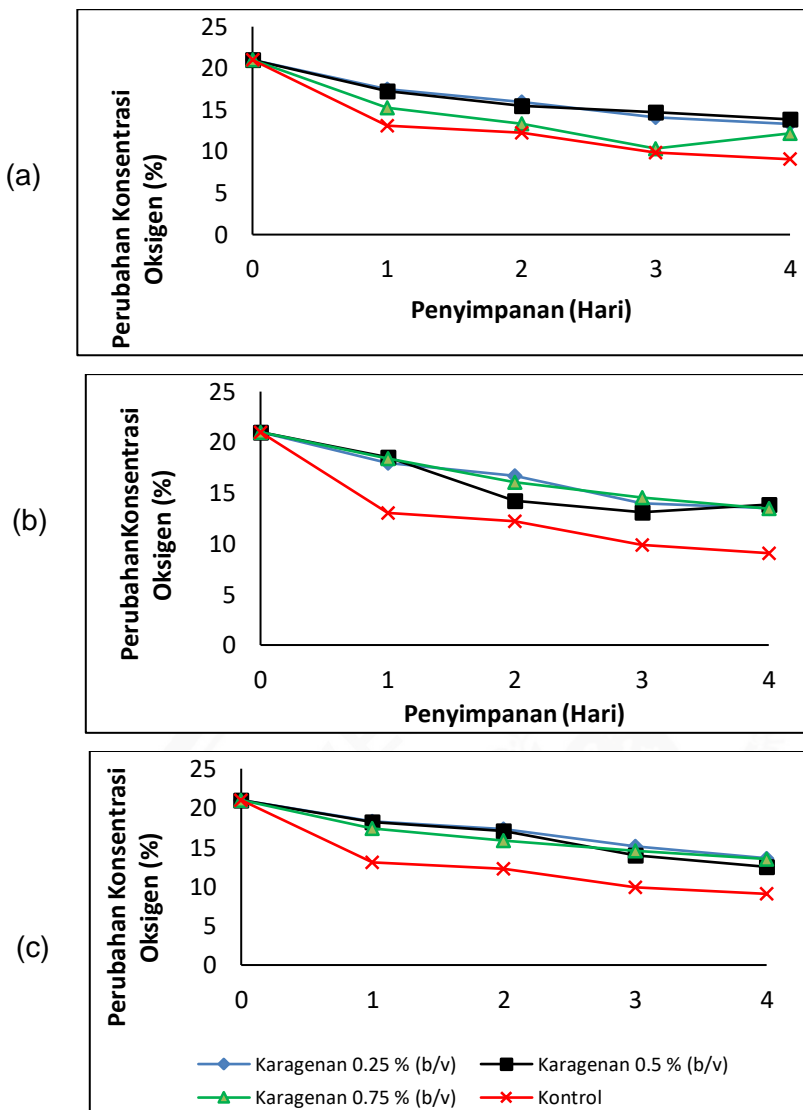
Perlakuan		Perubahan Konsentrasi O ₂ (%)				
Karagenan % (w/v)	Filtrat Nanas % (v/v)	Penyimpanan Hari Ke...				
		0	1	2	3	4
0.25	15	21	17.5 ±1	15.9 ±0.85	14.1 ±0.6	13.3 ±0.9
0.5	15	21	17.3 ±0.25	15.5 ±0.35	14.7 ±0.4	13.8 ±0.95
0.75	15	21	15.3 ±0.25	13.4 ±0.25	10.4 ±0.45	12.2 ±0.95
0.25	25	21	17.9 ±0.25	16.7 ±0.4	13.9 ±0.15	13.5 ±0.4
0.5	25	21	18.5 ±0.2	14.3 ±0.15	13.1 ±0.1	13.9 ±0.05
0.75	25	21	18.4 ±0.3	16.1 ±0.15	14.6 ±0.15	13.5 ±0.45
0.25	35	21	18.3 ±0.1	17.3 ±0.4	15.2 ±0.65	13.6 ±0.45
0.5	35	21	18.3 ±0.32	17.1 ±0.79	14.0 ±0.85	12.5 ±0.36
0.75	35	21	17.4 ±0.52	15.9 ±0.49	14.6 ±0.41	13.5 ±0.36
Kontrol		21	13.1 ±1	12.3 ±1.23	9.8 ±0.58	9.1 ±2.41

Berdasarkan **Tabel 4.1** pada parameter perubahan konsentrasi oksigen (%), menyatakan bahwa sampel yang diberi perlakuan *edible coating* mampu meminimalisir pengikatan oksigen untuk respirasi, sehingga kadar oksigen lebih tinggi dari perlakuan kontrol. Pada perlakuan konsentrasi pelarut nanas 15% memiliki tren yang menurun pada setiap perlakuan karagenan 0.25; 0.5 dan 0.75% dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari sampel tanpa perlakuan. Semakin lama penyimpanan mengakibatkan penurunan konsentrasi oksigen. Berdasarkan **Gambar 4.1** perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat

nanas 15% dapat meminimalisir proses penurunan konsentrasi oksigen dalam kemasan. Perubahan konsentrasi oksigen terendah terjadi pada hari ke-empat penyimpanan dengan nilai $13.3 \pm 0.9\%$. Perlakuan karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 15% memiliki konsentrasi oksigen lebih tinggi dari perlakuan sebelumnya pada penyimpanan hari ke-tiga ($14.7 \pm 0.4\%$) dan ke-empat ($13.8 \pm 0.95\%$). Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 15% memiliki konsentrasi oksigen lebih rendah dibandingkan dua perlakuan sebelumnya dalam 4 hari penyimpanan.

Berdasarkan **Gambar 4.1** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 25% memiliki nilai data yang menurun pada setiap perlakuan karagenan 0.25; 0.5 dan 0.75% dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari sampel tanpa perlakuan. Semakin lama waktu penyimpanan akan menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen dalam kemasan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan efek konsentrasi oksigen dalam kemasan yang cukup tinggi dengan nilai $17.9 \pm 0.25\%$ pada penyimpanan hari pertama dan semakin menurun seiring lama waktu penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh konsentrasi oksigen dalam kemasan yang tertinggi dari keseluruhan variasi perlakuan, hal ini dapat disebabkan karena konsentrasi karagenan yang 0.5% dan filtrat nanas 25% pada penelitian ini merupakan konsentrasi yang cukup tebal dan mampu memberikan fungsi sebagai pemisah antara permukaan buah dan udara. Pada penyimpanan hari pertama konsentrasi oksigen $18.5 \pm 0.2\%$. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh pada konsentrasi oksigen yang

cukup tinggi pada penyimpanan hari ke-1 ($18.4 \pm 0.3\%$) hingga hari ke-3 ($14.6 \pm 0.15\%$).



Gambar 4.1 Perubahan konsentrasi O_2 selama penyimpanan pada konsentrasi pelarut filtrat nanas (a)15% (b)25% (c)35%

Berdasarkan **Gambar 4.1** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 35% memiliki tren yang menurun pada setiap perlakuan karagenan 0.25; 0.5 dan 0.75% dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari sampel tanpa perlakuan. Semakin lama penyimpanan akan menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen dalam toples. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 35% dan perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan pengaruh konsentrasi oksigen dalam kemasan yang tidak terlalu berbeda signifikan pada penyimpanan hari ke-1 ($18.3 \pm 0.1\%$ dan $18.3 \pm 0.32\%$) hingga ke-4 ($13.6 \pm 0.45\%$ dan $12.5 \pm 0.36\%$). Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 35% memiliki konsentrasi oksigen yang cukup rendah jika dibandingkan perlakuan karagenan 0.5% filtrat nanas 35% dan karagenan 0.25% filtrat nanas 35%, konsentrasi oksigen terendah pada penyimpanan hari ke-4 dengan nilai $13.5 \pm 0.36\%$.

Konsentrasi oksigen yang didapatkan dari setiap perlakuan dilakukan pengujian data menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada 1% dan 5%. Penyimpanan hari pertama hingga hari ke-empat, hasil analisa sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap kadar oksigen. Konsentrasi pelarut nanas sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap kadar oksigen. Interaksi antara konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap kadar oksigen dalam toples (**lampiran 7**). Pengujian BNT (0.01 dan 0.05) didapatkan nilai beda nyata pada kombinasi perlakuan karagenan konsentrasi 0.75% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 15% dan perlakuan karagenan konsentrasi 0.25% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 35%

memiliki nilai beda dengan keseluruhan perlakuan yang diberikan.

Berdasarkan data perubahan konsentrasi oksigen yang ditampilkan diatas, apel potong yang diberikan perlakuan pelapisan memiliki perubahan konsentrasi yang lebih rendah dari pada sampel tanpa perlakuan dengan penyimpanan yang sama. Sehingga perlakuan pelapisan yang dilakukan dapat berfungsi sebagai *barrier* atau pemisah antara permukaan buah dengan udara bebas. Jika terdapat pemisah antara permukaan buah dan udara bebas akan memberikan efek pengikatan oksigen yang lebih rendah. Jika pengikatan oksigen rendah maka respirasi yang terjadi juga dapat diminimalisir. Hal ini sesuai dengan pendapat Agustina *et al*, (2015) menyatakan bahwa *edible coating* akan membentuk tahanan yang selektif terhadap trasmisi uap air dan gas. Berdasarkan pengujian ANOVA dan pengujian lanjutan BNT didapatkan hasil bahwa perlakuan yang memiliki nilai beda nyata adalah kombinasi perlakuan sampel konsentrasi karagenan 0.25% dengan pelarut filtrat nanas 35%. Sehingga dari data tersebut menyatakan bahwa semakin rendah konsentrasi karagenan yang digunakan akan menghasilkan kadar oksigen yang lebih rendah pada apel potong. Semakin tinggi konsentrasi pelarut nanas akan menghasilkan nilai kadar oksigen yang lebih tinggi pada apel potong. Hal ini kemungkinan dapat disebabkan karena sifat asam yang dimiliki buah nanas mampu mendukung konsentrasi karagenan dan mendukung fungsi pelapis pada permukaan buah apel potong. Mulyadi (2011) menyatakan bahwa semakin tebal atau semakin tinggi konsentrasi karagenan akan menurunkan nilai permeabilitas gas dan uap air melindungi produk yang dilapisi oleh pelapis. Ketidaksesuaian tersebut mungkin dapat disebabkan karena perlakuan penyimpanan dalam toples dapat terjadi

kebocoran gas selama penyimpanan, karena perekatan yang digunakan hanya menggunakan lakban hitam. Dapat juga disebabkan karena keragaman sampel yang digunakan sehingga dapat menyebabkan nilai yang lebih bervariasi. Serta mungkin dapat disebabkan karena suhu penyimpanan yang dapat berubah pada malam hari dan siang hari.

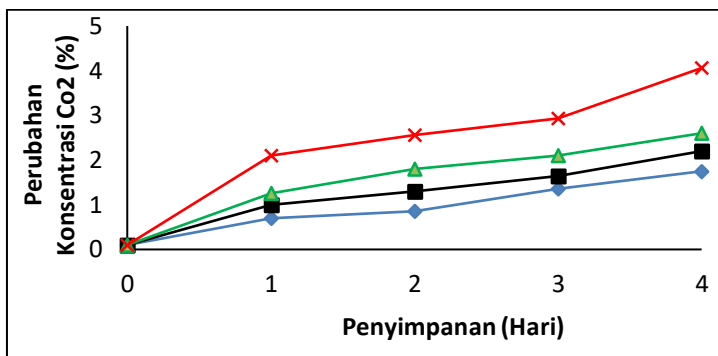
4.1.2 Perubahan Konsentrasi Karbondioksida (%)

Rerata pengukuran konsentrasi karbondioksida pada apel potong ditampilkan pada **Tabel 4.2** dan **Gambar 4.2** secara lengkap ditampilkan pada **Lampiran 2**.

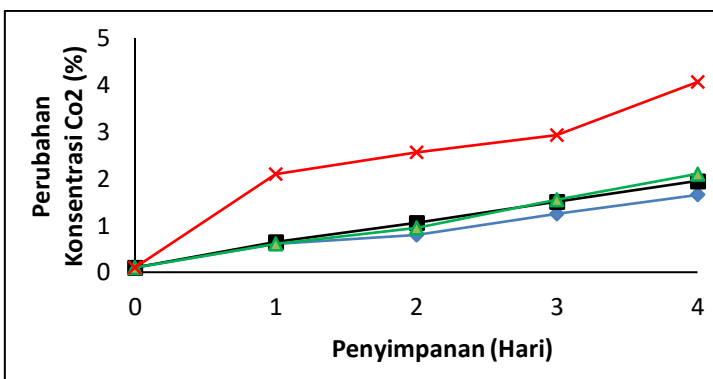
Tabel 4.2 Perubahan Konsentrasi Karbondioksida

Perlakuan		Perubahan Konsentrasi CO ₂ (%)				
Karagenan % (w/v)	Filtrat Nanas % (v/v)	Penyimpanan Hari Ke...				
		0	1	2	3	4
0.25	15	0.1	0.7 ± 0.1	0.9 ± 0.15	1.4 ± 0.35	1.8 ± 0.35
0.5	15	0.1	1 ± 0.1	1.3 ± 0.2	1.7 ± 0.45	2.2 ± 0.5
0.75	15	0.1	1.3 ± 0.15	1.8 ± 0.1	2.1 ± 0.2	2.6 ± 0.3
0.25	25	0.1	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.2	1.3 ± 0.05	1.7 ± 0.15
0.5	25	0.1	0.7 ± 0.15	1.1 ± 0.15	1.5 ± 0.1	1.9 ± 0.15
0.75	25	0.1	0.6 ± 0.1	0.9 ± 0.05	1.6 ± 0.15	2.1 ± 0.2
0.25	35	0.1	0.9 ± 0.05	1.1 ± 0.2	1.4 ± 0.1	1.8 ± 0.25
0.5	35	0.1	0.8 ± 0.05	1.2 ± 0.2	2.0 ± 0.26	2.5 ± 0.3
0.75	35	0.1	0.9 ± 0.2	1.5 ± 0.15	1.9 ± 0.17	2.2 ± 0.15
Kontrol		0.1	2.1 ± 0.3	2.6 ± 0.41	2.9 ± 0.35	4.1 ± 0.65

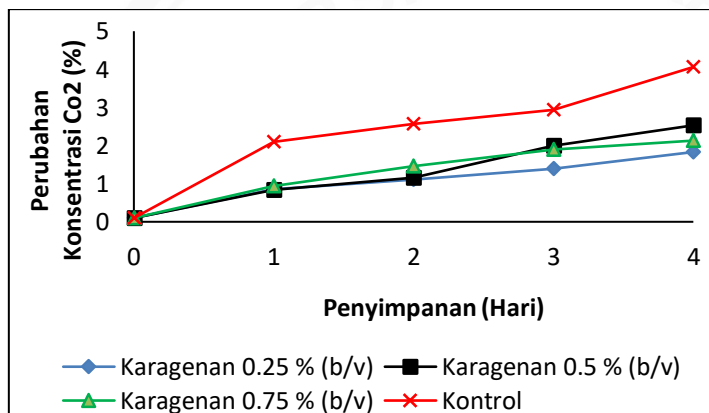
(a)



(b)



(c)



Gambar 4.2 Perubahan konsentrasi CO₂ selama penyimpanan pada konsentrasi pelarut filtrat nanas (a)15% (b)25% (c)35%

Berdasarkan **Tabel 4.2** data yang didapatkan dari parameter perubahan konsentrasi karbondioksida (%), menyatakan bahwa sampel yang diberi perlakuan *edible coating* memiliki kadar karbondioksida lebih rendah dari perlakuan kontrol. Hal ini dapat diartikan bahwa perlakuan *edible coating* dapat meminimalisir terbentuknya karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi. Berdasarkan **Gambar 4.2** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 15% memiliki data yang meningkat pada setiap perlakuan karagenan 0.25; 0.5 dan 0.75% dengan konsentrasi yang lebih rendah dari sampel tanpa perlakuan. Semakin lama waktu penyimpanan akan menyebabkan peningkatan konsentrasi karbondioksida dalam kemasan. Pada perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat mencegah peningkatan konsentrasi karbondioksida dalam kemasan. Perubahan konsentrasi karbondioksida terendah terjadi pada hari ke-1 penyimpanan dengan nilai $0.7 \pm 0.1\%$. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 15% memiliki konsentrasi karbondioksida lebih tinggi dari perlakuan sebelumnya pada penyimpanan hari ke-1 ($1 \pm 0.1\%$) hingga ke-4 ($2.2 \pm 0.5\%$). Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 15% memiliki konsentrasi karbondioksida lebih tinggi dibandingkan dua perlakuan sebelumnya dalam 4 hari penyimpanan, pada hari ke-empat memiliki nilai $2.6 \pm 0.3\%$.

Berdasarkan **Gambar 4.2** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 25% memiliki data yang meningkat pada setiap perlakuan karagenan 0.25; 0.5 dan 0.75% dengan konsentrasi yang lebih rendah dari sampel tanpa perlakuan. Semakin lama waktu penyimpanan apel potong akan memberikan efek peningkatan karbondioksida dalam kemasan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan

pelarut filtrat nanas 25% memberikan efek konsentrasi karbondioksida dalam kemasan yang cukup rendah dengan nilai $0.6 \pm 0.1\%$ pada penyimpanan hari pertama dan semakin meningkat seiring lama waktu penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh konsentrasi CO_2 dalam kemasan meningkat seiring lama waktu penyimpanan dengan nilai terendah $0.7 \pm 0.15\%$ dan tertinggi $1.9 \pm 0.15\%$. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh pada konsentrasi karbondioksida pada penyimpanan hari ke-1 hingga hari ke-3 tetapi meningkat pada hari ke-4 dengan nilai $2.1 \pm 0.2\%$.

Berdasarkan **Gambar 4.2** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 35% memiliki data yang meningkat pada setiap perlakuan karagenan 0.25; 0.5 dan 0.75% dengan konsentrasi yang lebih rendah dari sampel tanpa perlakuan. Berdasarkan **Gambar 4.2** dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan akan mengakibatkan peningkatan konsentrasi karbondioksida dalam kemasan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 35% memiliki konsentrasi karbondioksida yang meningkat selama penyimpanan dengan nilai terendah $0.9 \pm 0.05\%$ dan perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% memiliki nilai yang tidak berbeda signifikan dengan perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 35% memiliki konsentrasi karbondioksida yang cukup tinggi, konsentrasi karbondioksida tertinggi pada penyimpanan hari ke-4 dengan nilai $2.5 \pm 0.3\%$ dan $2.2 \pm 0.15\%$. Nilai kadar karbondioksida berhubungan dengan konsentrasi oksigen dalam kemasan. Jika jumlah konsentrasi oksigen dalam kemasan semakin berkurang

dengan nilai penurunan yang tinggi, akan memberikan efek peningkatan konsentrasi karbondioksida. Hal ini dibuktikan pada perlakuan karagenan 0.75% pelarut nanas 15% yang memiliki konsentrasi karbondioksida tertinggi ($2.6 \pm 0.3\%$) pada sampel perlakuan, memiliki nilai konsentrasi oksigen terendah dari keseluruhan sampel perlakuan ($12.2 \pm 0.95\%$). Pada perlakuan kontrol hari ke-4 memiliki konsentrasi karbondioksida tertinggi ($4.1 \pm 0.65\%$) dan konsentrasi oksigen terendah ($9.1 \pm 2.41\%$).

Konsentrasi karbondioksida yang didapatkan dari setiap perlakuan, selanjutnya dilakukan pengujian data menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA). Pengujian analisa sidik ragam 1% dan 5%. Penyimpanan hari pertama hingga hari keempat, hasil analisa sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap kadar karbondioksida dalam toples. Konsentrasi pelarut nanas sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap kadar karbondioksida yang terdapat dalam toples. Interaksi antara konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap kadar oksigen dalam toples (**lampiran 8**). Pengujian BNT (0.01 dan 0.05) didapatkan pada kombinasi perlakuan karagenan konsentrasi 0.25% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 35% memiliki nilai yang berbeda nyata dari keseluruhan perlakuan.

Berdasarkan data perubahan konsentrasi CO_2 yang ditampilkan pada **Tabel 4.2**, apel potong yang diberikan perlakuan pelapisan memiliki perubahan konsentrasi yang lebih rendah dari pada sampel tanpa perlakuan dengan penyimpanan yang sama. Hal ini dapat dinyatakan bahwa perlakuan pelapisan dengan variasi konsentrasi karagenan dan pelarut nanas dapat meminimalisir penggunaan

oksigen untuk respirasi, sehingga konsentrasi oksigen dalam toples penyimpanan akan lebih besar dari sampel tanpa perlakuan. Hal ini sesuai dengan pendapat Agustina *et al*, (2015) menyatakan bahwa *edible coating* akan membentuk tahanan yang selektif terhadap trasmisi uap air dan gas. Berdasarkan pengujian ANOVA dan pengujian lanjutan BNT didapatkan hasil bahwa perlakuan yang memiliki nilai beda nyata besar adalah kombinasi perlakuan sampel konsentrasi karagenan 0.25% dengan pelarut filtrat nanas 35%. Sehingga dari data tersebut menyatakan bahwa semakin rendah konsentrasi karagenan yang digunakan akan menghasilkan kadar karbondioksida yang lebih rendah pada apel potong. Semakin tinggi konsentrasi pelarut nanas akan menghasilkan nilai kadar karbondioksida yang lebih rendah pada apel potong. Semakin tebal atau semakin tinggi konsentrasi karagenan akan menurunkan nilai permeabilitas gas dan uap air melindungi produk yang dilapisi oleh pelapis (Mulyadi, 2011). Ketidaksesuaian tersebut mungkin dapat disebabkan karena perlakuan penyimpanan dalam toples dapat terjadi kebocoran gas selama penyimpanan, karena perekatan yang digunakan hanya menggunakan lakban hitam. Dapat juga disebabkan karena keragaman sampel yang digunakan sehingga dapat menyebabkan nilai yang lebih bervariasi. Serta mungkin dapat disebabkan karena suhu penyimpanan yang dapat berubah pada malam hari dan siang hari.

4.2 Susut Bobot

Rerata penurunan berat pada apel potong ditampilkan pada **Tabel 4.3** dan pada **Gambar 4.3**, secara lengkap ditampilkan pada **Lampiran 3**.

Tabel 4.3 Penurunan Berat Selama Penyimpanan

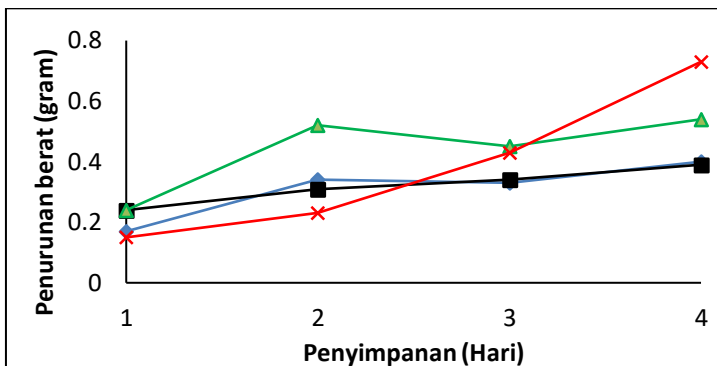
Perlakuan		Penurunan berat (gram)			
Karagenan % (w/v)	Filtrat Nanas % (v/v)	Penyimpanan Hari Ke...			
		1	2	3	4
0.25	15	0.17 ±0.08	0.34 ±0.24	0.33 ±0.17	0.4 ±0.01
0.5	15	0.24 ±0.07	0.31 ±0.08	0.34 ±0.09	0.39 ±0.17
0.75	15	0.24 ±0.06	0.52 ±0.22	0.45 ±0.09	0.54 ±0.06
0.25	25	0.18 ±0.06	0.32 ±0.12	0.54 ±0.18	0.50 ±0.07
0.5	25	0.54 ±0.55	0.24 ±0.01	0.30 ±0.03	0.34 ±0.04
0.75	25	0.23 ±0.02	0.22	0.31 ±0.11	0.52 ±0.25
0.25	35	0.23 ±0.04	0.26 ±0.01	0.37 ±0.09	0.25 ±0.14
0.5	35	0.41 ±0.27	0.34 ±0.12	0.3 ±0.04	0.7 ±0.21
0.75	35	0.58 ±0.25	0.43 ±0.18	0.68 ±0.09	0.78 ±0.35
Kontrol		0.15 ±0.005	0.23 ±0.01	0.43 ±0.23	0.73 ±0.42

Berdasarkan **Tabel 4.3** yang didapatkan dari parameter susut bobot (g) menyatakan bahwa sampel yang diberi perlakuan *edible coating* memiliki susut bobot lebih rendah dan lebih tinggi dari perlakuan kontrol. Berdasarkan **Gambar 4.3** penurunan berat atau susut bobot pada sampel konsentrasi pelarut nanas 15% memiliki tren yang meningkat, tetapi terdapat beberapa titik yang memiliki nilai fluktuatif. Nilai susut bobot sampel perlakuan tidak terlalu berbeda signifikan dengan sampel kontrol penyimpanan hari pertama hingga ketiga. Pada perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat meminimalisir proses penurunan berat atau susut bobot apel

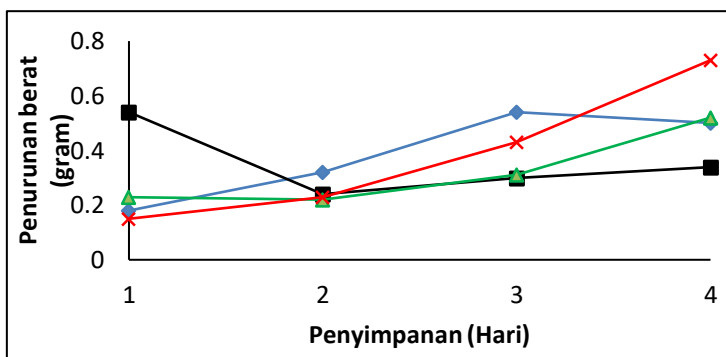
potong pada penyimpanan hari ke-2 (0.34 ± 0.24 gram) dan ke-3 (0.33 ± 0.17 gram). Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 15% memiliki nilai penurunan berat atau susut bobot apel potong yang lebih rendah dari perlakuan sebelumnya pada penyimpanan hari ke-2 dengan nilai penurunan berat 0.31 ± 0.08 gram. Perlakuan 0.75% konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas 15% memiliki nilai penurunan berat atau susut bobot apel potong yang konstan dibanding perlakuan sebelumnya pada penyimpanan hari ke-1 dengan nilai penurunan berat 0.24 ± 0.06 gram.

Berdasarkan **Gambar 4.3** perlakuan konsentrasi filtrat nanas 25% juga memiliki nilai susut bobot yang tidak berbeda signifikan dengan sampel kontrol. Nilai susut bobot pada setiap perlakuan konsentrasi karagenan memiliki nilai yang fluktuatif. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan efek nilai penurunan berat atau susut bobot apel potong yang rendah pada penyimpanan hari ke-1 dengan nilai 0.18 ± 0.06 gram. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh nilai penurunan berat atau susut bobot apel potong lebih rendah dari perlakuan sebelumnya pada penyimpanan hari ke-2 (0.24 ± 0.01 gram) hingga hari ke-4 (0.34 ± 0.04 gram). Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh nilai penurunan berat atau susut bobot apel potong lebih rendah dari perlakuan sebelumnya pada penyimpanan hari ke-1 hingga ke-3.

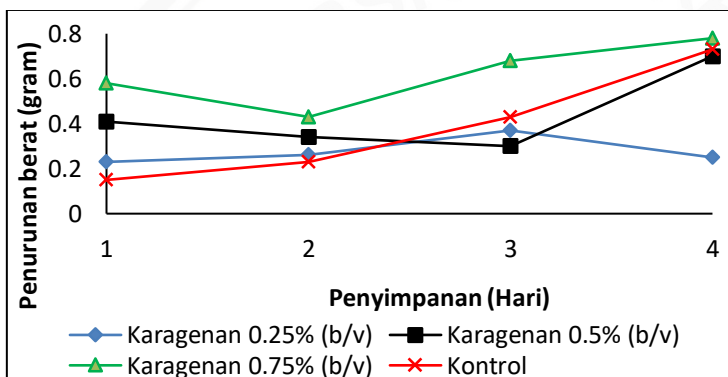
(a)



(b)



(c)



Gambar 4.3 Grafik penurunan berat apel potong selama penyimpanan pada konsentrasi pelarut filtrat nanas (a) 15% (b) 25% (c) 35%

Berdasarkan **Gambar 4.3** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 35% memiliki nilai tren yang fluktuatif. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan efek nilai penurunan berat atau susut bobot apel potong rendah pada penyimpanan hari pertama dan meningkat hingga hari ke-3 penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan nilai penurunan berat atau susut bobot apel potong lebih rendah pada penyimpanan hari ke-3 dari perlakuan sebelumnya. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan pengaruh penurunan berat atau susut bobot apel potong yang lebih tinggi pada setiap hari penyimpanan. Nilai susut bobot yang dimiliki apel potong dapat dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen dan karbondioksida yang dimiliki apel potong. Jika konsentrasi oksigen rendah dan karbondioksida tinggi, dapat dijadikan indikasi peningkatan nilai susut bobot pada buah apel potong. Nilai susut bobot terendah dimiliki sampel karagenan 0.25% dan pelarut 15% penyimpanan hari pertama dengan nilai 0.17 ± 0.08 gram, memiliki nilai konsentrasi karbondioksida 0.7 ± 0.1 % dan konsentrasi oksigen $17.5 \pm 1\%$.

Nilai susut bobot yang didapatkan dari setiap perlakuan selanjutnya dilakukan pengujian data menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA). Pengujian analisa sidik ragam pada 1% dan 5%. Penyimpanan hari pertama hingga hari keempat, hasil analisa sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai susut bobot apel dalam toples. Konsentrasi pelarut nanas berpengaruh nyata ($\alpha=0.05$) terhadap nilai susut bobot apel dalam toples. Interaksi antara konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$)

terhadap susut bobot apel dalam toples (**lampiran 9**). Pengujian BNT (0.05) perlakuan karagenan konsentrasi 0.75% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 35% memiliki nilai yang berbeda nyata dari keseluruhan perlakuan.

Berdasarkan pengujian ANOVA dan pengujian lanjutan BNT didapatkan hasil bahwa perlakuan yang memiliki nilai beda nyata besar adalah kombinasi perlakuan sampel konsentrasi karagenan 0.75% dengan pelarut filtrat nanas 35%. Sehingga dari data tersebut menyatakan bahwa semakin rendah konsentrasi karagenan yang digunakan akan menghasilkan penurunan berat (gram) yang lebih rendah pada apel potong. Semakin rendah konsentrasi pelarut nanas akan menghasilkan nilai penurunan berat (gram) yang lebih rendah pada apel potong. Hal ini dapat disebabkan karena penggunaan konsentrasi gliserol yang tinggi, dan penguapan air pada *edible coating* yang tinggi. Mulyadi (2011) menyatakan bahwa semakin tinggi gliserol akan meningkatkan laju transmisi uap air, dikarekan sifat gliserol yang hidrofilik akan meningkatkan permeabilitas uap air.

4.3 Kadar Air

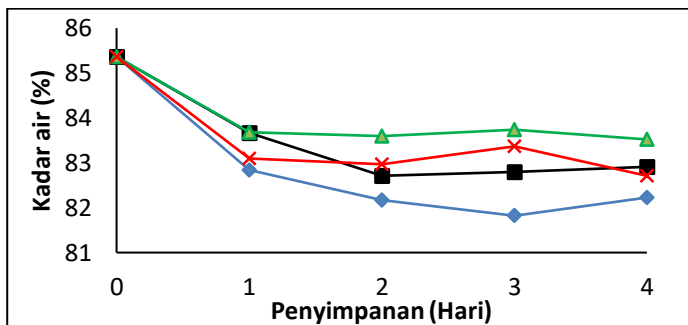
Rerata nilai kadar air pada apel potong ditampilkan pada **Tabel 4.4** dan pada **Gambar 4.4**, secara lengkap ditampilkan pada **Lampiran 4**.

Tabel 4.4 Kadar Air Apel Selama Penyimpanan

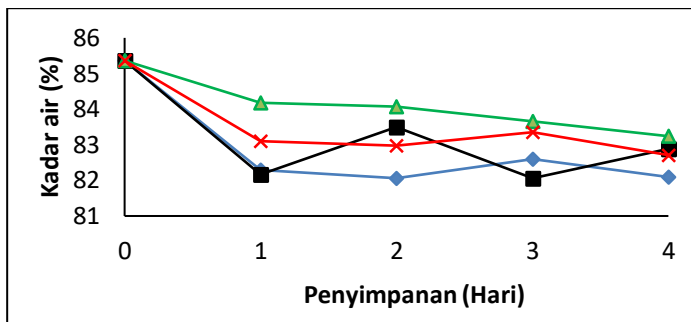
Perlakuan		Kadar air (%)				
Karagenan % (w/v)	Filtrat Nanas % (v/v)	Penyimpanan Hari Ke...				
		0	1	2	3	4
0.25	15	85.36	82.84 \pm 1.41	82.17 \pm 1.14	81.82 \pm 1.34	82.23 \pm 1.23
0.5	15	85.36	83.67 \pm 1.15	82.71 \pm 0.52	82.79 \pm 1.2	82.91 \pm 0.97
0.75	15	85.36	83.68 \pm 1.78	83.59 \pm 1.48	83.73 \pm 1.58	83.52 \pm 0.85
0.25	25	85.36	82.30 \pm 2.39	82.06 \pm 2.75	82.60 \pm 2.37	82.09 \pm 2.06
0.5	25	85.36	82.16 \pm 1.93	83.50 \pm 0.41	82.06 \pm 1.08	82.89 \pm 1.37
0.75	25	85.36	84.18 \pm 1.58	84.07 \pm 0.93	83.65 \pm 1.51	83.24 \pm 1.23
0.25	35	85.36	82.95 \pm 2.37	83.03 \pm 2.15	82.72 \pm 2.82	82.33 \pm 2.45
0.5	35	85.36	84.84 \pm 0.38	84.04 \pm 0.91	84.66 \pm 0.22	84.55 \pm 0.61
0.75	35	85.36	83.67 \pm 2.45	83.89 \pm 2.5	83.73 \pm 0.91	83.70 \pm 1.49
Kontrol		85.36	83.10 \pm 0.58	82.97 \pm 0.51	83.36 \pm 1.22	82.71 \pm 0.73

Berdasarkan **Tabel 4.4** perlakuan karagenan 0.5% dan pelarut nanas 35% memiliki nilai kadar air tertinggi 84.84 \pm 0.38%. Kadar air pada apel juga berhubungan dengan penurunan berat yang dimiliki apel potong, jika nilai susut bobot rendah maka kadar air yang dimiliki apel potong juga rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sari *et al*, (2015) yang menyatakan bahwa kadar air buah akan terjadi beriringan dengan terjadinya susut bobot. Kadar air dalam buah yang memiliki nilai tinggi mengindikasikan bahwa perlakuan *edible coating* dapat memberikan batasan antara permukaan apel potong dan udara, sehingga dapat meminimalisir penurunan kadar air.

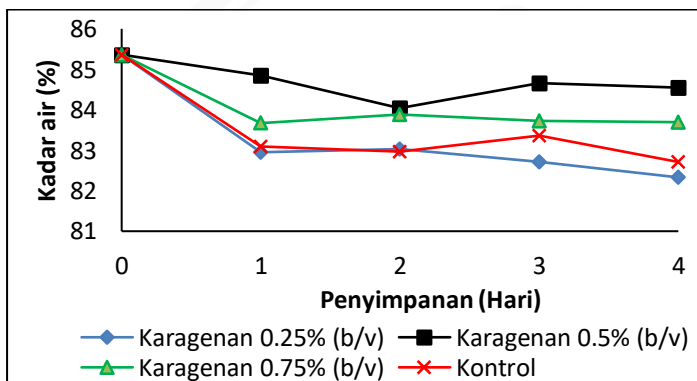
(a)



(b)



(c)



Gambar 4.4 Grafik kadar air apel potong selama penyimpanan pada konsentrasi pelarut filtrat nanas (a)15% (b)25% (c)35%

Berdasarkan **Gambar 4.4** kadar air pada perlakuan pelarut nanas 15% memiliki nilai tren yang menurun dengan beberapa bagian yang terjadi peningkatan data yang tidak terlalu besar. Pada perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat meminimalisir proses berkurangnya kadar air apel potong pada penyimpanan hari ke-1,2 dan ke-3 nilai ini tidak berbeda jauh dengan kadar air apel segar pada penyimpanan hari-0. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat mempertahankan kadar air lebih baik selama penyimpanan dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat mempertahankan kadar air yaitu lebih tinggi dibandingkan dengan dua perlakuan sebelumnya, nilai kadar air tertinggi $83.68 \pm 1.78 \%$.

Berdasarkan **Gambar 4.4** konsentrasi nanas 25% memiliki nilai tren menurun dengan beberapa data yang fluktuatif. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 25% dapat mempertahankan kadar air apel potong terbaik pada penyimpanan hari ke-3 dengan nilai kadar air $82.60 \pm 2.37 \%$. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan efek mempertahankan kadar air apel potong pada penyimpanan hari ke-2 dan ke-4 dibandingkan perlakuan sebelumnya. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh mempertahankan kadar air lebih baik dari dua perlakuan sebelumnya, dengan nilai kadar air yang tinggi selama 4 hari penyimpanan.

Berdasarkan **Gambar 4.4** perlakuan konsentrasi nanas 35% memiliki nilai tren kadar air yang menurun. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan efek mempertahankan kadar air apel potong

pada penyimpanan hari ke-2 dengan nilai kadar air $83.03 \pm 2.15\%$. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% memberi efek mempertahankan kadar air buah lebih baik dari pada perlakuan sebelumnya dalam empat hari penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan pengaruh dapat mempertahankan kadar air bahan pada penyimpanan hari ke-2 dengan nilai $83.89 \pm 2.5\%$. Nilai kadar air pada sampel apel potong fluktuatif, hal ini dapat disebabkan karena terdapat penambahan kandungan air pada bahan pelapis, dan dapat disebabkan pula karena kematangan buah yang berbeda. Nilai kadar air yang dimiliki apel potong dapat dipengaruhi oleh nilai susut bobot apel. Jika susut bobot yang dimiliki apel rendah maka, nilai kadar air apel masih tinggi. Hal ini dapat dilihat pada kadar air apel tertinggi $84.84 \pm 0.38\%$, Dengan nilai susut bobot 0.41 ± 0.27 gram.

Nilai kadar air apel potong yang didapatkan dari setiap perlakuan selanjutnya dilakukan pengujian data menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA). Pengujian analisa sidik ragam pada 1% dan 5%. Penyimpanan hari pertama hingga hari keempat, hasil analisa sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai kadar air apel dalam toples. Konsentrasi pelarut nanas tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai kadar air apel dalam toples. Interaksi antara konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap kadar air apel potong (**lampiran 10**). Pengujian ANOVA yang telah dilakukan memiliki nilai F hitung yang lebih kecil dari F tabel, sehingga tidak dilakukan pengujian lanjutan BNT. Berdasarkan **Gambar 4.4** yang terbentuk pada parameter kadar air, nilai

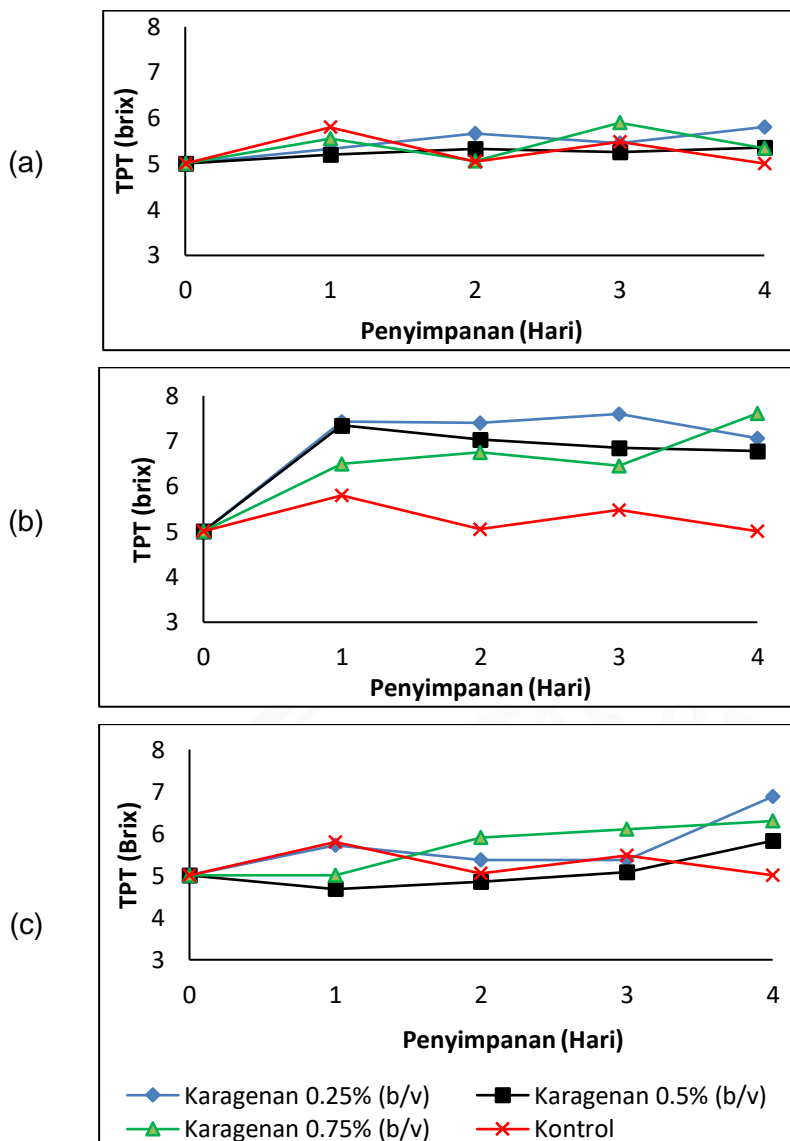
kadar air pada sampel apel ataupun sampel kontrol mengalami penurunan. Kadar air sampel *edible coating* tidak terlalu berbeda dengan sampel kontrol, hal ini karena proses kehilangan air pada keseluruhan sampel memiliki nilai yang tidak berbeda signifikan, dan dapat disebabkan karena adanya penambahan kadar air dari bahan pelapis. Hal ini dapat juga disebabkan karena sifat bahan pelapis karagenan adalah hidrofilik. Sifat hidrofilik yang dimiliki akan memberikan efek penurunan sifat *barrier* dari bahan pelapis (Wong *et al*, 1994). Sehingga sampel yang diberi perlakuan tidak berbeda signifikan dengan sampel tanpa perlakuan.

4.4 Total Padatan Terlarut (TPT)

Rerata TPT pada apel potong ditampilkan pada **Tabel 4.5** dan pada **Gambar 4.5**, secara lengkap ditampilkan pada **Lampiran 5**.

Tabel 4.5 Rerata TPT Apel Selama Penyimpanan

Perlakuan		Total Padatan Terlarut (^o Brix)				
Karagenan % (w/v)	Filtrat Nanas % (v/v)	Penyimpanan Hari Ke...				
		0	1	2	3	4
0.25	15	5.01	5.33 ±1.87	5.66 ±1.99	5.45 ±1.62	5.81 ±1.93
0.5	15	5.01	5.20 ±1.75	5.33 ±1.86	5.26 ±1.57	5.36 ±1.28
0.75	15	5.01	5.56 ±2.04	5.06 ±1.99	5.90 ±1.85	5.35 ±1.95
0.25	25	5.01	7.43 ±2.13	7.41 ±2.1	7.60 ±2.1	7.06 ±1.37
0.5	25	5.01	7.35 ±0.96	7.03 ±0.91	6.85 ±0.6	6.78 ±1.59
0.75	25	5.01	6.50 ±1.22	6.76 ±0.63	6.45 ±0.84	7.61 ±1.87
0.25	35	5.01	5.73 ±1.97	5.38 ±1.87	5.38 ±1.29	6.88 ±1.2
0.5	35	5.01	4.68 ±0.94	4.85 ±1.12	5.08 ±0.5	5.83 ±0.83
0.75	35	5.01	5.01 ±0.74	5.91 ±0.79	6.1 ±1.35	6.3 ±1.27
Kontrol		5.01	5.6 ±1.43	5.05 ±1.29	5.48 ±1.49	5.01 ±0.47



Gambar 4.5 Grafik TPT apel potong selama penyimpanan pada konsentrasi pelarut filtrat nanas (a) 15% (b) 25% (c) 35%

Berdasarkan **Gambar 4.5** total padatan terlarut pada sampel perlakuan pelarut nanas konsentrasi 15% memiliki nilai tren data yang fluktuatif. Pada perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat meminimalisir proses peningkatan nilai total padatan terlarut apel potong pada penyimpanan hari ke-1 dengan nilai 5.33 ± 1.87 °Brix, nilai ini tidak berbeda jauh dengan TPT apel segar pada penyimpanan hari-0. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat menahan peningkatan TPT selama 4 hari penyimpanan dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat menahan peningkatan TPT pada penyimpanan hari ke-2 (5.06 ± 1.99) dan hari ke-4 (5.35 ± 1.95) dibandingkan dua perlakuan sebelumnya.

Berdasarkan **Gambar 4.5** perlakuan nanas konsentrasi 25% memiliki nilai TPT yang cukup berbeda dengan sampel kontrol. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 25% dapat menahan peningkatan TPT terbaik pada penyimpanan hari ke-4 dengan nilai TPT 7.06 ± 1.37 °Brix. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan efek dapat menahan peningkatan TPT selama 4 hari penyimpanan dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh menahan peningkatan TPT pada penyimpanan hari ke-1 hingga hari ke-3.

Berdasarkan **Gambar 4.5** perlakuan konsentrasi pelarut nanas konsentrasi 35% memiliki tren data yang fluktuatif dengan tidak berbeda signifikan dengan sampel kontrol. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan efek menahan peningkatan TPT pada penyimpanan hari kedua dan ketiga dengan nilai 5.38

± 1.87 °Brix. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan efek dapat menahan peningkatan TPT selama 4 hari penyimpanan dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan pengaruh dapat menahan peningkatan TPT pada penyimpanan hari pertama jika dibandingkan dengan TPT sampel hari ke-0 dengan nilai TPT 5.01 ± 0.74 °Brix. Nilai total padatan terlarut yang dapat meningkat disebabkan kadar air yang dimiliki bahan. Jika suatu bahan atau produk disimpan dalam waktu yang lama akan menghasilkan penurunan kadar air. Jika kadar air bahan rendah akan menyebabkan peningkatan nilai TPT. Nilai TPT yang rendah mengindikasikan bahwa apel potong masih dalam kondisi yang baik, Pada perlakuan karagenan 0.5% dan filtrat nanas 35% memiliki nilai TPT terendah yaitu 4.68 ± 0.94 °Brix dan didukung dengan nilai kadar air tertinggi dari keseluruhan perlakuan, yaitu $84.84 \pm 0.38\%$.

Nilai total padatan terlarut apel potong yang didapatkan dari setiap perlakuan selanjutnya dilakukan pengujian data menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA). Pengujian analisa sidik ragam pada 1% dan 5%. Penyimpanan hari pertama hingga hari keempat, hasil analisa sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai total padatan terlarut apel dalam toples. Konsentrasi pelarut nanas sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai total padatan terlarut apel dalam toples. Interaksi antara konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai total padatan terlarut apel dalam toples (**lampiran 11**). Pengujian BNT (0.01 dan 0.05) didapatkan nilai yang tidak berbeda nyata dari keseluruhan kombinasi

perlakuan terhadap nilai total padatan terlarut. Berdasarkan data pengujian BNT nilai rerata total padatan terlarut ($^{\circ}\text{Brix}$) terendah adalah konsentrasi karagenan 2% dan pelarut filtrat nanas 35%. Berdasarkan **Gambar 4.5** total padatan terlarut memiliki nilai fluktuatif dan nilai total padatan terlarut yang lebih tinggi dari kontrol. Hal ini dapat disebabkan karena TPT berasal dari kandungan gula dalam buah yang berbeda, dan kandungan gula pada bahan pengemas (Darmajana *et al*, 2017). Hasil penelitian oleh Chien *et al* (2007) bahwa potongan buah yang dilapisi kitosan memiliki nilai total padatan terlarut yang tinggi.

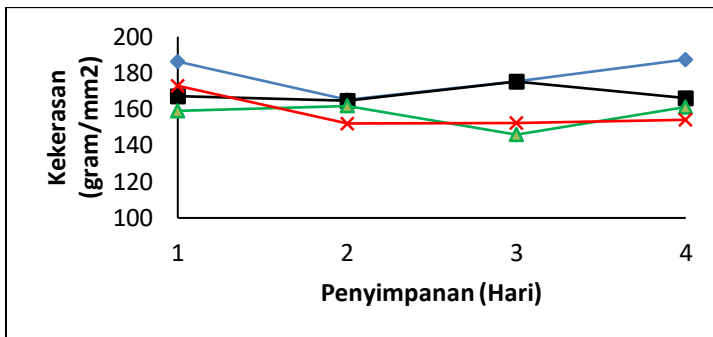
4.5 Tekstur

Rerata kekerasan pada apel potong ditampilkan pada **Tabel 4.6** dan **Gambar 4.6**, secara lengkap ditampilkan pada **Lampiran 6**.

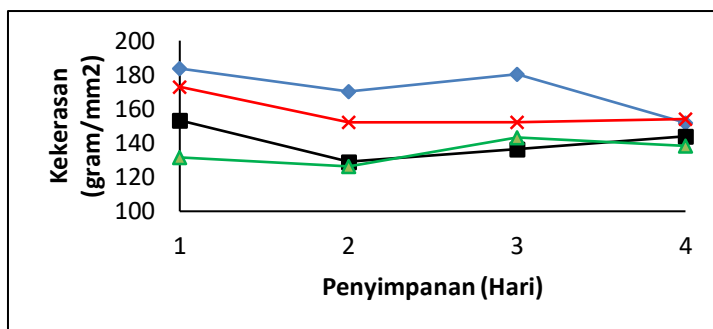
Tabel 4.6 Rerata Kekerasan Apel Selama Penyimpanan

Perlakuan		Penurunan berat (gram)			
Karagenan % (w/v)	Filtrat Nanas % (v/v)	Penyimpanan Hari Ke...			
		1	2	3	4
0.25	15	186.417 \pm 19.14	165.215 \pm 29.76	175.342 \pm 22.81	187.444 \pm 23.08
0.5	15	167.213 \pm 17.02	164.713 \pm 6.67	175.263 \pm 6.32	166.162 \pm 13.71
0.75	15	159.236 \pm 5.09	161.767 \pm 9.98	145.971 \pm 0.12	161.322 \pm 1.24
0.25	25	183.654 \pm 1.61	170.342 \pm 1.58	180.470 \pm 17.57	151.895 \pm 1.71
0.5	25	153.280 \pm 7.91	129.100 \pm 10.13	136.513 \pm 11.43	144.045 \pm 3.05
0.75	25	131.409 \pm 10.93	126.308 \pm 16.84	143.272 \pm 9.08	138.328 \pm 0.95
0.25	35	153.811 \pm 24.27	148.169 \pm 35.6	164.772 \pm 30.52	153.700 \pm 35.27
0.5	35	140.860 \pm 8.7	134.692 \pm 10.5	137.622 \pm 14.99	146.890 \pm 16.78
0.75	35	154.830 \pm 31.33	159.607 \pm 11.75	162.479 \pm 18.1	174.464 \pm 40.41
Kontrol		172.936 \pm 21.98	152.14 \pm 10.65	152.219 \pm 5.86	154.014 \pm 9.89

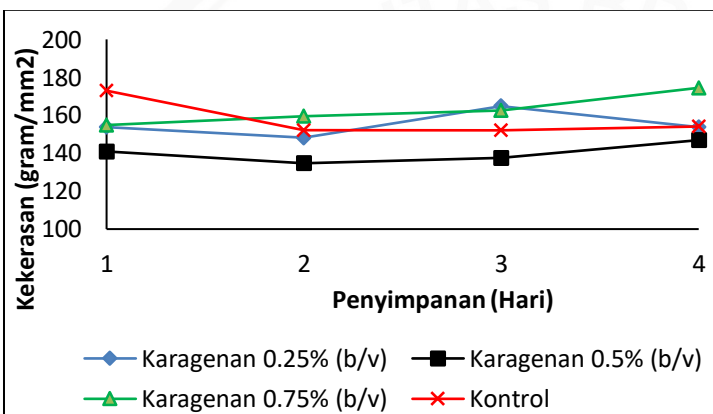
(a)



(b)



(c)



Gambar 4.6 Grafik kekerasan apel potong selama penyimpanan pada konsentrasi pelarut filtrat nanas (a) 15% (b) 25% (c) 35%

Berdasarkan **Gambar 4.6** kekerasan apel potong pada perlakuan pelarut nanas 15% memiliki nilai yang tidak terlalu berbeda signifikan dengan sampel kontrol. Pada perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat mempengaruhi nilai kekerasan pada penyimpanan hari ke-1 hingga ke-3 yang semakin menurun seiring lama waktu penyimpanan dan berkurangnya kadar air bahan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 15% mempengaruhi nilai kekerasan apel yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya selama 4 hari penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat mempertahankan kekerasan terbaik pada hari ke-2 yaitu sebesar 161.767 ± 9.98 gram/mm².

Berdasarkan **Gambar 4.6** perlakuan pelarut nanas 25% memiliki tren nilai yang menurun selama penyimpanan dengan beberapa titik terjadi nilai yang fluktuatif. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 25% mampu mempertahankan nilai kekerasan apel potong pada penyimpanan hari ke-1 nilai 183.654 ± 1.61 gram/mm². Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25% dapat mempertahankan kekerasan pada penyimpanan hari pertama. Perlakuan karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 25% dapat mempertahankan kekerasan pada penyimpanan hari ketiga dengan nilai 143.272 ± 9.08 gram/mm².

Berdasarkan **Gambar 4.6** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 35% memiliki nilai kekerasan yang tidak terlalu berbeda dengan sampel kontrol. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 35% dapat mempertahankan kekerasan pada penyimpanan hari ketiga (164.772 ± 30.52 gram/mm²). Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% dapat

mempertahankan kekerasan pada penyimpanan hari keempat (146.890 ± 16.78 gram/mm²). Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 35% dapat mempertahankan kekerasan yang tinggi selama 4 hari penyimpanan, dibandingkan dua perlakuan sebelumnya. Nilai kekerasan yang dimiliki apel potong dapat disebabkan karena kandungan air yang terdapat pada apel potong. Kekerasan apel potong yang baru dipetik akan memiliki nilai yang tinggi dan menurun seiring dengan penyimpanan. Hal ini dapat disebabkan karena berkurangnya kandungan air pada apel potong. Nilai kekerasan yang tinggi dimiliki perlakuan karagenan 0.25% dan pelarut 15% pada penyimpanan hari pertama dengan nilai 186.417 ± 19.14 gram/mm², dengan kadar air yang dimiliki 82.84 ± 1.41 % yang merupakan kadar air tertinggi pada perlakuan karagenan 0.25% dan pelarut 15%.

Nilai tekstur apel potong yang didapatkan dari setiap perlakuan dilakukan pengujian data menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA). Pengujian analisa sidik ragam pada 1% dan 5%. Penyimpanan hari pertama hingga hari keempat, hasil analisa sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai kekerasan apel potong dalam toples. Konsentrasi pelarut nanas sangat berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai kekerasan apel potong dalam toples. Interaksi antara konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0.01$ dan $\alpha=0.05$) terhadap nilai kekerasan apel potong dalam toples (**lampiran 12**). Pengujian ANOVA yang telah dilakukan memiliki nilai F hitung yang lebih besar dari F tabel, sehingga dilakukan pengujian lanjutan yaitu uji BNT. Pengujian BNT (0.05) didapatkan nilai yang berbeda nyata pada kombinasi

perlakuan karagenan konsentrasi 0.25% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 25% dan karagenan konsentrasi 0.25% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 15%. Pengujian BNT (0.01) didapatkan nilai yang berbeda nyata pada kombinasi perlakuan karagenan konsentrasi 0.25% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 15% dari keseluruhan perlakuan.

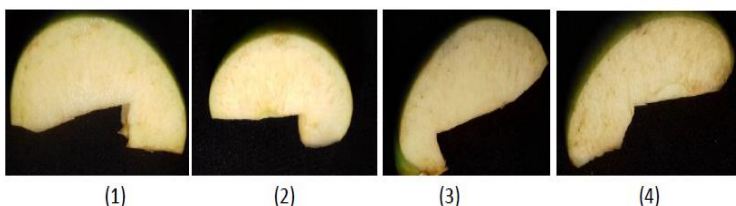
Berdasarkan pengujian ANOVA dan pengujian lanjutan BNT didapatkan hasil bahwa perlakuan yang memiliki nilai beda nyata besar adalah kombinasi perlakuan sampel karagenan konsentrasi 0.25% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 15% dan sampel karagenan konsentrasi 0.25% dan pelarut filtrat nanas konsentrasi 25%. Sehingga dari data tersebut menyatakan bahwa semakin rendah konsentrasi karagenan yang digunakan akan menghasilkan nilai tekstur (g/mm^2) yang lebih tinggi pada apel potong. Semakin rendah konsentrasi pelarut nanas akan menghasilkan nilai tekstur (g/mm^2) yang berbeda nyata tinggi pada apel potong. Hal ini didukung oleh penelitian Ahmad (2013) menyatakan bahwa perubahan tekstur menjadi lunak dapat dipengaruhi oleh proses perombakan pati menjadi gula sederhana, sehingga nilai kekerasan buah menjadi turun. Sehingga nilai tekstur yang fluktuatif pada apel potong disebabkan karena perombakan pati dalam proses respirasi yang berbeda pada setiap sampel. Yulianingsih dkk (2013) melakukan penelitian mengenai pelapisan cantaloupe dan terbukti jika perlakuan tersebut dapat mempertahankan kekerasan yang dimiliki produk.

4.6 Perubahan Warna

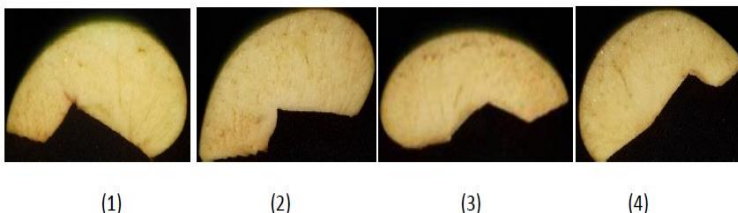
Warna merupakan satu aspek penting dalam menentukan kualitas suatu produk, khususnya apel potong. Warna hue dan kecerahan (L) merupakan warna sesuai dengan indra yang dimiliki manusia, sehingga diharapkan nilai rerata hue

yang dimiliki akan dapat mengganti penilaian oleh panelis. Warna hue juga dapat digunakan sebagai indikator kematangan buah. Perubahan warna apel potong pada penyimpanan hari ke-1 dan ke-4 ditampilkan pada **Gambar 4.7** sampai **Gambar 4.16**.

Rerata nilai hue pada apel potong ditampilkan pada **Tabel 4.7** dan pada **Gambar 4.17**. Rerata nilai kecerahan (L) pada apel potong ditampilkan pada **Tabel 4.8** dan pada **Gambar 4.18**.



Gambar 4.7 Perlakuan Karagenan 0.25% dan pelarut nanas 15% selama penyimpanan



Gambar 4.8 Perlakuan Karagenan 0.25% dan pelarut nanas 25% selama penyimpanan



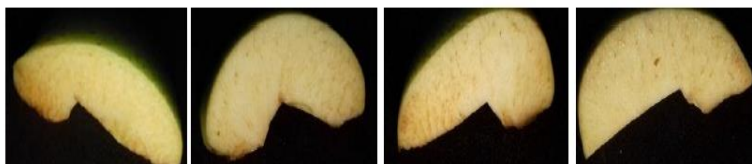
(1) (2) (3) (4)

Gambar 4.9 Perlakuan Karagenan 0.25% dan pelarut nanas 35% selama penyimpanan



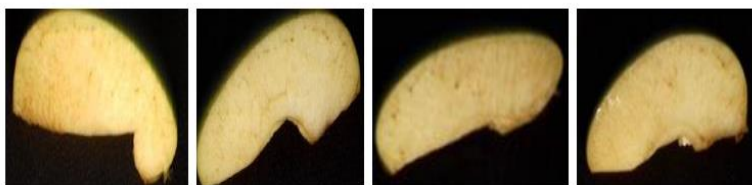
(1) (2) (3) (4)

Gambar 4.10 Perlakuan Karagenan 0.5% dan pelarut nanas 15% selama penyimpanan



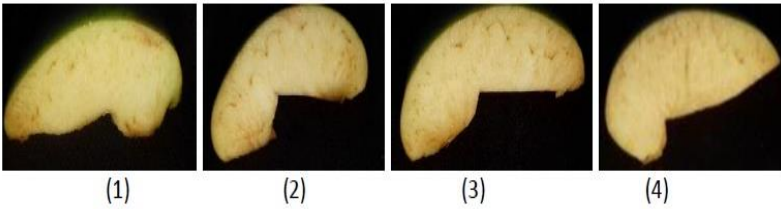
(1) (2) (3) (4)

Gambar 4.11 Perlakuan Karagenan 0.5% dan pelarut nanas 25% selama penyimpanan

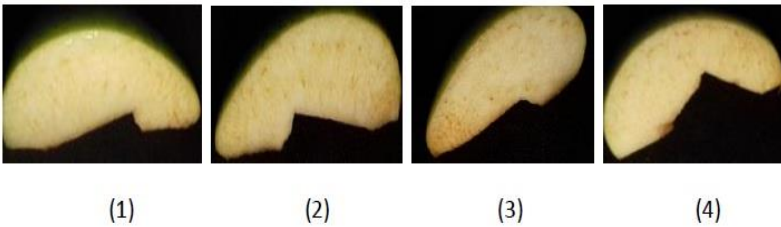


(1) (2) (3) (4)

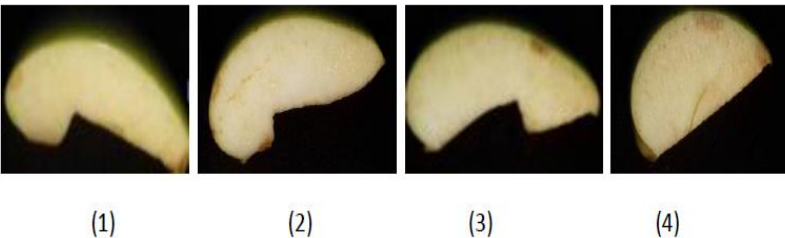
Gambar 4.12 Perlakuan Karagenan 0.5% dan pelarut nanas 35% selama penyimpanan



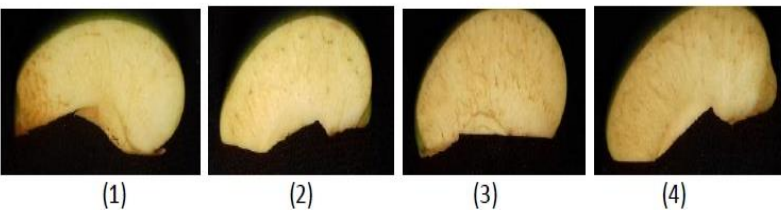
Gambar 4.13 Perlakuan Karagenan 0.75% dan pelarut nanas 15% selama penyimpanan



Gambar 4.14 Perlakuan Karagenan 0.75% dan pelarut nanas 25% selama penyimpanan



Gambar 4.15 Perlakuan Karagenan 0.75% dan pelarut nanas 35% selama penyimpanan



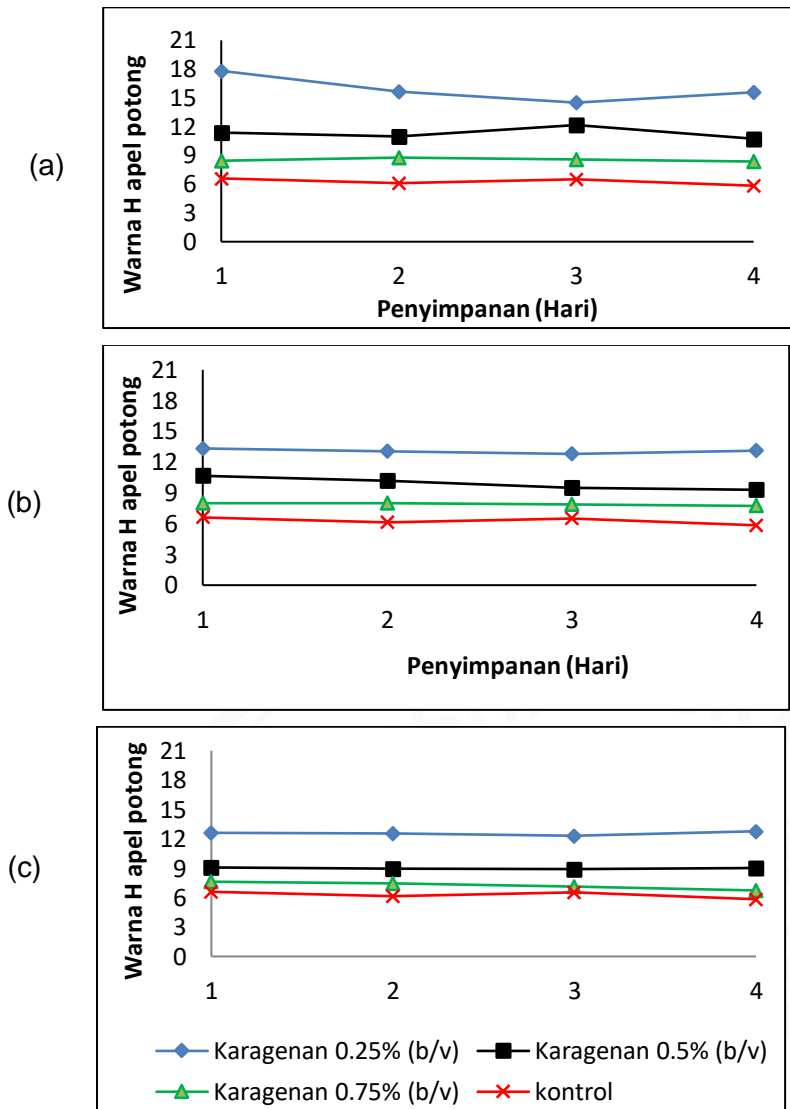
Gambar 4.16 Apel potong tanpa perlakuan (kontrol)

Tabel 4.7 Rerata Perubahan Warna Hue Apel Selama Penyimpanan

Perlakuan		Rerata Hue			
Karagenan % (w/v)	Filtrat Nanas % (v/v)	Penyimpanan Hari Ke...			
		1	2	3	4
0.25	15	17.8174	15.6353	14.5039	15.5953
0.5	15	11.4034	10.9758	12.1657	10.7367
0.75	15	8.4110	8.7713	8.5725	8.3626
0.25	25	13.3323	13.0809	12.7979	13.0856
0.5	25	10.6645	10.1909	12.1657	10.7367
0.75	25	7.9958	7.9840	7.8457	7.7287
0.25	35	12.6393	12.5340	12.3194	12.7782
0.5	35	9.0828	8.9674	8.9164	9.0028
0.75	35	7.6260	7.4647	7.1060	6.7332
Kontrol		6.6002	6.1386	6.5141	5.8390

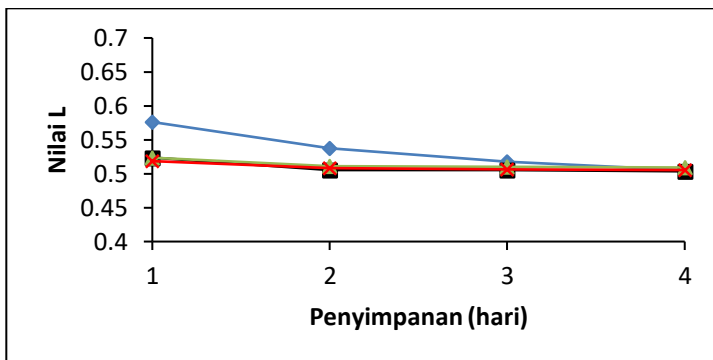
Tabel 4.8 Rerata Perubahan Warna “L” Apel Selama Penyimpanan

Perlakuan		Rerata L			
Karagenan % (w/v)	Filtrat Nanas % (v/v)	Penyimpanan Hari Ke...			
		1	2	3	4
0.25	15	0.57611	0.53788	0.51752	0.50529
0.5	15	0.52375	0.50515	0.50495	0.50354
0.75	15	0.52353	0.51115	0.51015	0.50911
0.25	25	0.5185	0.51562	0.50032	0.5
0.5	25	0.53199	0.50529	0.50295	0.50244
0.75	25	0.53165	0.52552	0.50661	0.5032
0.25	35	0.60816	0.52114	0.51064	0.50295
0.5	35	0.51855	0.51084	0.50791	0.50026
0.75	35	0.52114	0.52071	0.50791	0.50512
Kontrol		0.5185	0.50791	0.50661	0.50529

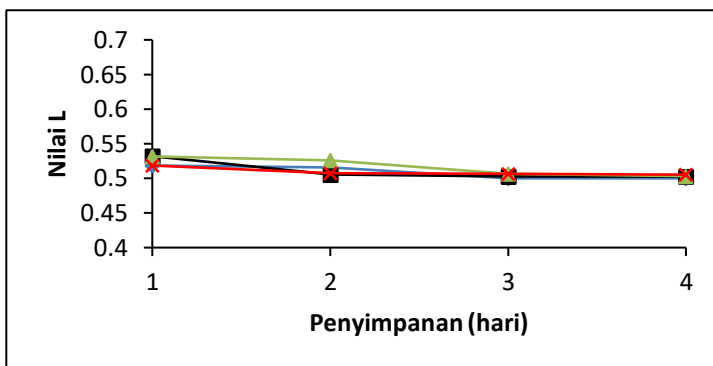


Gambar 4.17 Grafik rerata hue apel potong selama penyimpanan pada konsentrasi pelarut filtrat nanas (a) 15% (b) 25% (c) 35%

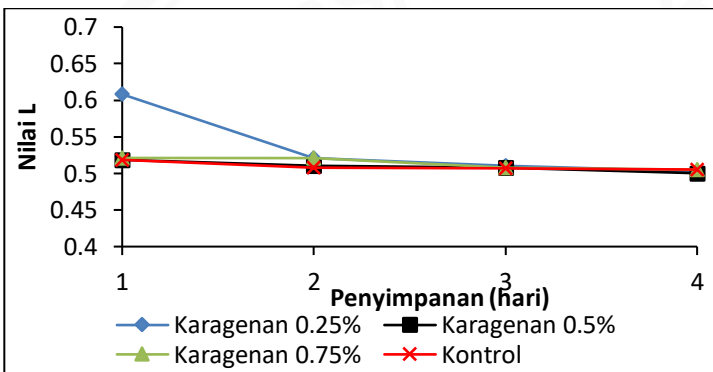
(a)



(b)



(c)



Gambar 4.18 Grafik rerata L apel potong selama penyimpanan pada konsentrasi pelarut filtrat nanas (a) 15% (b) 25% (c) 35%

Parameter yang biasa digunakan konsumen dalam pemilihan produk adalah warna yang dimiliki produk. Jika produk apel potong masih terlihat putih, maka produk tersebut lebih dipilih konsumen, hal ini karena produk yang terlihat lebih segar. Berdasarkan perlakuan yang diberikan, diharapkan perlakuan *edible coating* dapat mempertahankan kesegaran, meminimalisir terjadinya *browning*. Widaningrum *et al*, (2011) menyatakan bahwa perlakuan *edible coating* dapat meminimalisir kontak dengan oksigen, sehingga akan meminimalisir terjadinya *browning* atau kecoklatan.

Berdasarkan **Tabel 4.7** dan **Gambar 4.17** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 15% memiliki nilai tren data yang relatif konstan selama penyimpanan pada setiap sampel konsentrasi karagenan. Pada perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat mempertahankan warna hue pada penyimpanan hari ke-1 yang semakin menurun seiring lama waktu penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat mempertahankan warna hue pada penyimpanan hari ke-3 dengan nilai rerata hue 12.1657. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat kurang dapat mempertahankan warna hue dibandingkan dua perlakuan sebelumnya.

Berdasarkan **Tabel 4.7** dan **Gambar 4.17** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 25% memiliki nilai tren data yang relatif konstan selama penyimpanan pada setiap sampel konsentrasi karagenan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 25% dapat mempertahankan warna hue apel potong terbaik pada penyimpanan hari ke-1 dengan nilai 13.33. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25% kurang dapat mempertahankan warna hue dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat

nanas 25% kurang dapat mempertahankan warna hue jika dibandingkan dua perlakuan sebelumnya, dengan nilai terbaik pada penyimpanan hari ke-1 yaitu 7.9958.

Berdasarkan **Tabel 4.7** dan **Gambar 4.17** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 35% memiliki nilai tren data yang relatif konstan selama penyimpanan pada setiap sampel konsentasi karagenan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 35% dapat mempertahankan warna hue dengan nilai yang seragam dalam 4 hari penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% dapat mempertahankan warna hue terbaik pada penyimpanan hari pertama. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 35% kurang dapat mempertahankan warna hue dengan nilai rerata hue tertinggi yaitu pada penyimpanan hari-1 dengan nilai 7.6260.

Berdasarkan **Tabel 4.8** dan **Gambar 4.18** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 15% memiliki nilai tren data yang relatif menurun selama penyimpanan pada setiap sampel konsentasi karagenan. Pada perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 15% dapat mempertahankan warna "L" pada penyimpanan hari ke-1 yang semakin menurun seiring lama waktu penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 15% dan perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 15% memiliki nilai "L" yang tidak terlalu berbeda dengan sampel kontrol. Berdasarkan **Tabel 4.8** dan **Gambar 4.18** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 25% memiliki nilai tren data yang relatif konstan selama penyimpanan pada setiap sampel konsentasi karagenan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 25%, perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25%, dan perlakuan konsentrasi

karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 25% kurang dapat mempertahankan warna “L” jika dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan. Berdasarkan **Tabel 4.8** dan **Gambar 4.18** perlakuan konsentrasi pelarut nanas 35% memiliki nilai tren data yang relatif konstan selama penyimpanan pada setiap sampel konsentasi karagenan, kecuali pada perlakuan karagenan 0.25% penyimpanan hari pertama dan menurun seiring lama penyimpanan. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% dan perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 35% kurang dapat mempertahankan warna “L” apel potong, yaitu memiliki nilai rerata yang tidak terlalu berbeda nyata dengan sampel kontrol.

Browning yang terjadi pada apel potong merupakan *browning* enzimatis dan berdasarkan data yang diperoleh menyatakan bahwa pelapisan *edible* dapat meminimalisir reaksi enzimatis yang mendukung terjadinya pencoklatan. Hal ini didukung oleh data yaitu nilai rerata nilai hue tertinggi yaitu 17.8174 (penyimpanan hari pertama) pada sampel karagenan konsentrasi 0.25% dan pelarut nanas konsentrasi 15% memiliki warna kecoklatan atau *browning* yang tidak terlalu tua, atau masih sedikit terlihat cukup putih. Jika dibandingkan dengan sampel kontrol pada penyimpanan hari pertama dengan nilai rerata hue 6.6002 memiliki warna yang lebih coklat dari perlakuan kontrol. Berdasarkan data yang didapatkan pada setiap sampel perlakuan, dapat disebutkan bahwa jika konsentrasi karagenan yang digunakan semakin meningkat akan menurunkan nilai hue yang dimiliki apel potong selama penyimpanan. Berdasarkan perlakuan konsentrasi pelarut yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi pelarut akan menurunkan nilai hue yang dimiliki apel potong. Dari keseluruhan data perlakuan pelapisan memiliki nilai hue yang lebih tinggi dibandingkan

nilai hue yang dimiliki apel potong tanpa perlakuan pelapisan. Sehingga, berdasarkan data yang didapatkan menyatakan bahwa perlakuan konsentrasi pelarut nanas dapat meminimalisir terjadinya *browning* atau kecoklatan pada permukaan apel potong. Hal ini sesuai dengan pendapat Septiana (2009) menyatakan bahwa nilai hue dapat digunakan sebagai indikator kematangan buah dengan nilai yang menurun seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Semakin rendah nilai hue yang dimiliki sampel menandakan bahwa kematangan yang dimiliki semakin besar. Tingkat kematangan pada apel potong dapat dihindari dengan perlakuan pelapisan karagenan dengan pelarut nanas. Indumathy *et al*, (2017) menyatakan bahwa penggunaan asam sitrat dalam dapat digunakan sebagai *antibrowning*, kandungan lain dari nanas yang dapat berfungsi sebagai bahan *antibrowning* diantaranya yang paling utama adalah asam askorbat, diikuti oleh oxalic, asam sitrat, asam acetic, dan bromalin.

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan pelapisan *edible* konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh terhadap perubahan konsentrasi O_2 dan yang tinggi dari keseluruhan perlakuan dan sampel tanpa perlakuan. Dengan nilai konsentrasi oksigen $18.5 \pm 0.2\%$ pada penyimpanan hari pertama. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 25% memberikan pengaruh perubahan konsentrasi CO_2 yang rendah dari keseluruhan perlakuan dengan nilai $0.6 \pm 0.1\%$ pada penyimpanan hari pertama.
2. Perlakuan pelapisan *edible* konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 15% memberikan pengaruh terhadap nilai tekstur pada apel potong, Dengan nilai kekerasan 178.605 g/mm^2 . Semakin rendah konsentrasi karagenan yang digunakan akan menghasilkan nilai tekstur (g/mm^2) yang lebih tinggi pada apel potong. Semakin rendah konsentrasi pelarut nanas akan menghasilkan nilai tekstur (g/mm^2) yang berbeda nyata tinggi pada apel potong.
3. Perlakuan pelapisan *edible* konsentrasi karagenan 0.75% dan pelarut filtrat nanas 15% memberikan pengaruh terhadap parameter total padatan terlarut terendah dari keseluruhan perlakuan. Perlakuan pelapisan *edible* konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan pengaruh terhadap parameter susut bobot terendah dari keseluruhan perlakuan. Perlakuan pelapisan *edible* konsentrasi karagenan 0.5% dan pelarut filtrat nanas 35% memberikan pengaruh terhadap parameter kadar air tertinggi dari keseluruhan perlakuan. Perlakuan

pelapisan *edible* konsentrasi karagenan dan pelarut filtrat nanas memberikan pengaruh nilai rerata hue (h^*) dan L apel. Perlakuan konsentrasi karagenan 0.25% dan pelarut nanas 35% member efek nilai kecerahan tertinggi pada apel potong pada penyimpanan hari pertama.

1.1 Saran

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan meningkatkan konsentrasi pelarut nanas sehingga dapat memperbaiki sifat fisik dari apel potong, serta diharapkan menemukan metode pencelupan dan pengeringan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina,S., Swantara,I.M.D., dan Suartha,I.N. 2015. **Isolasi Kitin Karakterisasi dan Sintesis Karagenan dari Kulit Udang**. *Jurnal Kimia* 9 (2) Hal 271-278. Universitas Udayana
- Anggita,R.D., Zulkifli., dan Lande,M.L. 2017.**Studi Potensi Kulit Nanas Madu (*Ananas comosus (L.) Merr*) Sebagai Bahan Anti *Browning* Buah Apel manalagi (*Malus sylvestris* Mill).** *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. Vol 17 (1) Hal 50-57. Universitas Lampung
- Ahmad,U. 2013. **Teknologi Penanganan Pascapanen Buah-Buahan dan Sayuran**. Yogyakarta; Graha Ilmu.
- Apriyatna,D. 2014. **Kombinasi Pelapis Gelatin Ikan dan Penyimpanan Dingin untuk Mempertahankan Mutu Buah Melon (*Cucumis melo L.*)Terolah Minimal**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Arsa,M. 2016. **Proses Pencoklatan (*Browning Process*) pada Bahan Pangan**. Skripsi. Universitas Udayana
- Asridaya, H. 2016. **Pengaruh Pelapis Kitosan dan Kemasan Plastik *Wrapping* terhadap Masa Simpan Brokoli pada Suhu Ruang**.Skripsi. Universitas Lampung
- Chien,PJ., Sheu,F. dan Yang,F.H. 2007. **Effects of Edible Chitosan Coating on Quality and Shelf Life of Sliced Mango Fruit**. *Journal of Food Engineering* Vol.78 No.1 Hal. 225-229.
- Darmajana,D.A., Afifah,N., Solihah,E., dan Indriyanti,N. 2017. **Pengaruh Pelapisan Dapat Dimakan dari Karagenan terhadap Mutu Melon Potong dalam Penyimpanan**

repository.ub.ac.id

Dingin .*Jurnal Agritech*. Vol.37 No.3 Hal. 280-287.
Universitas Gajah Mada

Diharmi.M., Fardiaz.D., Andarwulan.N, dan Heruwati.E.S., 2011. **Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi Eucheuma spinosum (Alga Merah). Dari Perairan Sumenep Madura.** *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 16, Vol.1 Hal. 117-124.Universitas Riau

Effendi.R.N., dan Purwanto,Y.A., 2016. **Penggunaan Asam Askorbat dan Lidah Buaya untuk Menghambat Pencoklatan pada Buah Potong Apel Malang.** *Jurnal Keteknikan Pertanian* Vol.4 No.2 Hal. 203-210. Institut Pertanian Bogor

Ferdiansyah,R., C Yohana.A., dan Abdassah,M. 2017. **Karakteristik Kappa Karagenan dari Eucheuma Cottonii asal Perairan Kepulauan Natuna dan Aplikasinya sebagai Matriks Tablet Apung.** *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Teknologi* Vol.6 No.1. Hlm 14-26.Universitas Padjadjaran

Fikania,D. 2017. **Pengaruh Perbandingan Buah Nanas Madu dengan Sukrosa dan Suhu Inkubasi terhadap Karakteristik Strarter Alami Nanas Madu (Ananas Comosus L).** Tugas Akhir. Universitas Pasundan

Friedman,M. 1996. **Food Browning and Its Prevention: An Overview.** *J.Agric. Food Chem* 44 (3): 631- 653

Ghavidel,R.A., Davoodi,M.G., Asl,A.F.A., Tanoori,T dan Sheykholeslami,Z. 2013. **Effect of Selected Edible Coatings to Extend Shelf Life of Fresh-Cut Apples.** *Inti J Agri Crop Sci* Vol.6 (16). Universitas Islam Azad

Hapsari,M.D.Y dan Estiasih,T. 2015. **Variasi Proses dan Grade Apel (Malus sylventris mill) pada Pengolahan Minuman Sari Buah Apel : Kajian Pustaka.** *Jurnal*

- Hasbullah,R dan Rubbi,R.T. 2014. **Pengemasan Buah Pepaya (*Carica Papaya L*) Terolah Minimal Secara Atmosfir Termodifikasi.** Sumedang: Unpad Press
- Holderbaum,D.F., Kon,T., Kudo,T., dan Guerra,M.P. 2010. **Enzymatic Browning, Polyphenol Oxidase Activity and Polyphenol in Four Apple Cultivars: Dynamics During Fruit Development.** *HortScience Vol.14 No.8 Hlm.1150-1154*
- Husaini,O. 2017.**Karakterisasi Bahan Anti Browning Dari Ekstrak Air Buah Jambu Batu (*Psidium guajava L.*) pada Buah Apel Malang (*Malus sylventris (L.)Mill.*).** Skripsi. Universitas Lampung
- Huse,M.A., Wignyanto., dan Dewi,I.A. 2011. **Aplikasi Edible Coating dari Karagenan dan Gliserol untuk Mengurangi Penurunan Kerusakan Apel Romebeauty.** Jurnal Jurusan Teknologi Industri Pertanian Hlm 2-10. Universitas Brawijaya
- Idumathy., Kiruthiga., Saraswathi dan Arumugam. 2017. **Extraction, Partial Purification and Characterization of Bromelain Enzyme from Pineapple (*Ananas Comosus*).** Indo American Journal of Pharmaccutical Reasearch Vol. 7. Hal: 566-579
- Ioannou,I dan Ghoul,M. 2013. **Prevention of Enzymatic Browning in Fruit and Vegetables.** *European Scientific Journal. Vol.9 No.30.* Universitas De Lorraine, France
- Marsela,S. 2012. **Pengaruh Mengkonsumsi Buah Nanas (*Ananas comosus L. merr*) dan Buah Pir (*Pyrus bretchneideri*) Terhadap Jumlah Koloni Steptococcus**

repository.ub.ac.id

sp. Dalam Saliva Anak Usia 10-12 Tahun. Skripsi. Universitas Jember

- Miskiyah., Widaningrum., dan Winarti,C. 2011. **Aplikasi *Edible Coating* Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Vitamin C pada Paprika : Preferensi Konsumen dan Mutu Mikrobiologi.** *J. Hort Vol.21 No.1 Hlm.* 68-76. Balai Besar Peneitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
- Mulyadi,A.F., Kumalaningsih,S., dan LG Giovanny,D. 2011. **Aplikasi *Edible Coating* untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) (Kajian Konsentrasi Karagenan dan Gliserol).** Prosiding Seminar Nasional, Universitas Udayana, Hlm 507-516
- Nasution,I.S., Yusmanizar,Y., dan Melianda,K. 2016. **Pengaruh Penggunaan Lapisan Edible (*Edible Coating*), Kalsium Klorida, dan Kemasan Plastik Terhadap Mutu Nanas (*Ananas comosus Merr.*) Terolah Minimal.** *Jurnal Teknologi Industri Pertanian Indonesia Vol.4 No.2 Hlm* 21-26. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh
- Novita,D.D., Sugianti,C., dan Wulandari,K.P. 2016. **Pengaruh Konsentrasi Karagenan dan Gliserol terhadap Perubahan Fisik dan Kimia Buah Jambu Biji Varietas Kristal selama Penyimpanan.** *Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol.5 No.1 Hlm.* 49-56. Universitas Lampung
- Panggabean,Y.W. 2010. **Pengaruh *Edible Film* Kitosan terhadap Umur Simpan Mutu Buah Nenas (*Ananas comosus L. Merr*) Segar Terolah Minimal selam Penyimpanan Atmosfer Termodifikasi.** Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Puspita,C.P. 2012. **Kualitas *Fruitghurt* Hasil Fermentasi Limbah Nanas (*Ananas comosus*) dengan Penambahan *Lactobacilus bulgaricus* pada**

repository.ub.ac.id

Konsentrasi yang Berbeda. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta

Raghav,P.K., Agarwal,N., dan Saini,M. 2016. **Edible Coating of Fruits and Vegetables a Review.** *International Journal of Scientific Research and Modern Education (IJSRME).* Vol.1No.1Hlm:188-204. Universitas Vidyapeeth Women's. Jaipur

Sari,R.N., Novita,D.D dan Sugianti,C. 2015. **Pengaruh Konsentrasi Tepung Karagenan dan Gliserol sebagai Edible Coating terhadap Perubahan Mutu Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) selama Penyimpanan.** *Jurnal Teknik Pertanian* Vol.4 No.4 Hal. 305-314. Universitas Lampung

Septiana, E. 2009. **Formulasi dan Aplikasi Edible Coating Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Minyak Sereh pada Paprika (*Capsicum annum var Athena*).** Skripsi. Institut Pertanian Bogor

Widaningrum,M dan Winarti. 2011. **Aplikasi Edible Coating Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Vitamin C pada Paprika : Preferensi Konsumen dan Mutu Mikrobiologi.** *J.Hort.* 21(1) hal 68-76. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor

Yulianingsih,R., Maharani,D.M., Hawa,LC., dan Sholikhah,L. 2013. **Physical Quality Observation of Edible Coating Made from Aloe Vera on Cantaloupe (*Cucumicmelo L.*) Minimally Processed.** *Pakistan Journal of Nutrition* 12 (9): 800-805

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perubahan Konsentrasi Oksigen

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 35%	1	18.4	18.3±0.1
		2	18.2	
		3	18.3	
2	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 35%	1	17.7	17.3 ±0.4
		2	17.3	
		3	16.9	
3	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 35%	1	15.8	15.2 ±0.65
		2	15.1	
		3	14.5	
4	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 35%	1	14	13.6 ±0.45
		2	13.7	
		3	13.1	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 35%	1	18.6	18.3 ±0.32
		2	18	
		3	18.1	
2	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 35%	1	16.2	17.1 ±0.79
		2	17.4	
		3	17.7	
3	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 35%	1	14.1	14.0 ±0.85
		2	13.1	
		3	14.8	
4	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 35%	1	12.4	12.5 ±0.36
		2	12.2	
		3	12.9	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 35%	1	18	17.4 ±0.52
		2	17.2	
		3	17	
2	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 35%	1	16.2	15.9 ±0.49
		2	15.3	
		3	16.1	

Lampiran 1. (Lanjutan)

3	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 35%	1	14.7	14.6 ±0.41
		2	14.1	
		3	14.9	
4	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 35%	1	13.6	13.5 ±0.36
		2	13.8	
		3	13.1	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 25%	1	18.2	17.9 ±0.25
		2	17.9	
		3	17.7	
2	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 25%	1	16.3	16.7 ±0.4
		2	16.7	
		3	17.1	
3	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 25%	1	14.1	13.9 ±0.15
		2	13.9	
		3	13.8	
4	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 25%	1	13.9	13.5 ±0.4
		2	13.5	
		3	13.1	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 25%	1	18.7	18.5 ±0.2
		2	18.5	
		3	18.3	
2	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 25%	1	14.1	14.3 ±0.15
		2	14.25	
		3	14.4	
3	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 25%	1	13	13.1 ±0.1
		2	13.1	
		3	13.2	
4	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 25%	1	13.9	13.9 ±0.05
		2	13.85	
		3	13.8	

Lampiran 1. (Lanjutan)

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 25%	1	18.1	18.4 ±0.3
		2	18.4	
		3	18.7	
2	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 25%	1	15.9	16.1 ±0.15
		2	16.1	
		3	16.2	
3	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 25%	1	14.5	14.6 ±0.15
		2	14.4	
		3	14.7	
4	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 25%	1	13.9	13.5 ±0.45
		2	13	
		3	13.4	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 15%	1	18.5	17.5 ±1
		2	17.5	
		3	16.5	
2	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 15%	1	16.8	15.9 ±0.85
		2	15.1	
		3	15.95	
3	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 15%	1	13.5	14.1 ±0.6
		2	14.7	
		3	14.1	
4	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 15%	1	14.2	13.3 ±0.9
		2	12.4	
		3	13.3	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 15%	1	17.5	17.3 ±0.25
		2	17	
		3	17.25	
2	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 15%	1	15.8	15.5 ±0.35
		2	15.1	
		3	15.45	

Lampiran 1. (Lanjutan)

3	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 15%	1	15.1	14.7 ±0.4
		2	14.7	
		3	14.3	
4	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 15%	1	14.8	13.8 ±0.95
		2	12.8	
		3	13.85	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 15%	1	15.5	15.3 ±0.25
		2	15	
		3	15.25	
2	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 15%	1	13.6	13.4 ±0.25
		2	13.1	
		3	13.35	
3	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 15%	1	10.8	10.4 ±0.45
		2	10.35	
		3	9.9	
4	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 15%	1	13.1	12.2 ±0.95
		2	11.2	
		3	12.5	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar O ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Kontrol	1	14.1	13.06
		2	13	
		3	12.1	
2	Kontrol	1	13.6	12.23
		2	11.9	
		3	11.2	
3	Kontrol	1	10.1	9.86
		2	10.3	
		3	9.2	
4	Kontrol	1	11.8	9.06
		2	8.2	
		3	7.2	

Lampiran 2. Data Perubahan Konsentrasi Karbondioksida

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 35%	1	0.8	0.9 ±0.05
		2	0.9	
		3	0.9	
2	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 35%	1	0.9	1.1 ±0.2
		2	1.1	
		3	1.3	
3	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 35%	1	1.3	1.4 ±0.1
		2	1.4	
		3	1.5	
4	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 35%	1	1.6	1.8 ±0.25
		2	1.8	
		3	2.1	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 35%	1	0.8	0.8 ±0.05
		2	0.8	
		3	0.9	
2	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 35%	1	1.1	1.2 ±0.2
		2	1.4	
		3	1	
3	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 35%	1	1.8	2.0 ± 0.26
		2	2.3	
		3	1.9	
4	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 35%	1	2.6	2.5 ±0.3
		2	2.2	
		3	1.8	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 35%	1	0.7	0.9 ± 0.2
		2	1	
		3	1.1	
2	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 35%	1	1.3	1.5 ±0.15
		2	1.6	
		3	1.5	

Lampiran 2. (Lanjutan)

3	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 35%	1	1.8	1.9 ±0.17
		2	1.8	
		3	2.1	
4	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 35%	1	2.1	2.2 ±0.15
		2	2	
		3	2.3	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar CO ₂ (%)
1	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 25%	1	0.5	0.6 ±0.1
		2	0.6	
		3	0.7	
2	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 25%	1	0.6	0.8 ±0.2
		2	0.8	
		3	1	
3	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 25%	1	1.2	1.3 ±0.05
		2	1.25	
		3	1.3	
4	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 25%	1	1.8	1.7 ±0.15
		2	1.65	
		3	1.5	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar O ₂ (%)
1	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 25%	1	0.5	0.7 ±0.15
		2	0.65	
		3	0.8	
2	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 25%	1	0.9	1.1 ±0.15
		2	1.05	
		3	1.2	
3	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 25%	1	1.6	1.5 ±0.1
		2	1.5	
		3	1.4	
4	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 25%	1	2.1	1.9 ±0.15
		2	1.95	
		3	1.8	

Lampiran 2. (Lanjutan)

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar CO ₂ (%)
1	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 25%	1	0.7	0.6 ±0.1
		2	0.5	
		3	0.6	
2	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 25%	1	0.95	0.9 ±0.05
		2	1	
		3	0.9	
3	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 25%	1	1.4	1.6 ±0.15
		2	1.7	
		3	1.55	
4	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 25%	1	1.9	2.1 ±0.2
		2	2.3	
		3	2.1	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar CO ₂ (%)
1	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 15%	1	0.6	0.7 ± 0.1
		2	0.8	
		3	0.7	
2	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 15%	1	0.85	0.9 ±0.15
		2	0.7	
		3	1	
3	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 15%	1	1	1.4 ±0.35
		2	1.35	
		3	1.7	
4	Karagenan 0.25% dan Pelarut nanas 15%	1	1.4	1.8 ±0.35
		2	1.75	
		3	2.1	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar CO ₂ (%)
1	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 15%	1	0.9	1 ±0.1
		2	1.1	
		3	1	
2	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 15%	1	1.1	1.3 ±0.2
		2	1.5	
		3	1.3	

Lampiran 2. (Lanjutan)

3	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 15%	1	1.2	1.7 ±0.45
		2	2.1	
		3	1.65	
4	Karagenan 0.5% dan Pelarut nanas 15%	1	1.7	2.2 ±0.5
		2	2.7	
		3	2.2	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar CO ₂ (%)
1	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 15%	1	1.1	1.3 ±0.15
		2	1.4	
		3	1.25	
2	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 15%	1	1.7	1.8 ±0.1
		2	1.8	
		3	1.9	
3	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 15%	1	1.9	2.1 ±0.2
		2	2.1	
		3	2.3	
4	Karagenan 0.75% dan Pelarut nanas 15%	1	2.3	2.6 ±0.3
		2	2.6	
		3	2.9	

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Kadar CO ₂ (%)	Rata-rata Kadar CO ₂ (%)
1	Kontrol	1	1.8	2.1
		2	2.1	
		3	2.4	
2	Kontrol	1	2.1	2.56
		2	2.7	
		3	2.9	
3	Kontrol	1	2.6	2.93
		2	2.9	
		3	3.3	
4	Kontrol	1	3.4	4.06
		2	4.1	
		3	4.7	

Lampiran 3. Data Penurunan berat atau susut bobot

Susut Bobot = $b_0 - b_t$

Keterangan = b_0 = Berat awal

b_t = Berat akhir

Contoh Perhitungan = $b_0 - b_t$

= $19.47 - 19.19$

= 0.28 gram

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	19.47	19.19	0.28
		2	26.54	26.32	0.22
		3	21.48	21.29	0.19
2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	19.64	19.36	0.28
		2	24.47	24.21	0.26
		3	21.87	21.61	0.26
3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	22.37	22.03	0.34
		2	22.60	22.12	0.48
		3	22.24	21.94	0.30
4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	15.15	15.07	0.08
		2	24.80	24.46	0.34
		3	20.32	19.99	0.33

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	20.69	19.96	0.73
		2	22.57	22.28	0.29
		3	26.57	26.34	0.23
2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	18.59	18.29	0.30
		2	28.72	28.24	0.48
		3	25.19	24.94	0.25
3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	19.78	19.49	0.29
		2	24.34	24.07	0.27
		3	24.61	24.26	0.35
4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	21.80	21.29	0.51
		2	25.13	24.46	0.67
		3	26.35	25.41	0.94

Lampiran 3. (Lanjutan)

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	19.26	18.80	0.46
		2	22.58	22.17	0.41
		3	23.09	22.21	0.88
2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	22.77	22.40	0.37
		2	22.85	22.56	0.29
		3	23.45	22.81	0.64
3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	19.34	18.74	0.60
		2	21.34	20.55	0.79
		3	21.74	21.08	0.66
4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	22.45	21.30	1.15
		2	25.38	24.94	0.44
		3	22.53	21.78	0.75

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	20.39	20.23	0.16
		2	31.69	31.43	0.26
		3	26.05	25.91	0.14
2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	19.69	19.42	0.27
		2	29.09	28.63	0.46
		3	26.49	26.26	0.23
3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	16.78	16.06	0.72
		2	25.46	24.90	0.56
		3	26.67	26.32	0.35
4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	17.70	17.25	0.45
		2	27.71	27.12	0.59
		3	26.33	25.86	0.47

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	21.79	21.51	0.28
		2	22.98	21.80	1.18
		3	25.01	24.83	0.18
2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	22.53	22.28	0.25
		2	27.02	26.77	0.25
		3	24.50	24.28	0.22
3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	20.61	20.30	0.31
		2	23.92	23.65	0.27
		3	21.29	20.96	0.33
4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	21.09	20.77	0.32
		2	20.12	19.81	0.31
		3	19.45	19.05	0.4

Lampiran 3. (Lanjutan)

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	24.92	24.68	0.24
		2	22.36	22.11	0.25
		3	23.04	22.84	0.20
2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	23.02	22.80	0.22
		2	23.02	22.80	0.22
		3	21.54	21.32	0.22
3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	27.38	26.94	0.44
		2	18.69	18.43	0.26
		3	21.38	21.14	0.24
4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	28.82	28.49	0.33
		2	20.18	19.75	0.43
		3	21.33	20.51	0.82

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	19.22	18.98	0.24
		2	23.65	23.34	0.31
		3	25.19	25.01	0.18
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	22.14	21.37	0.77
		2	20.64	20.15	0.49
		3	20.62	20.30	0.32
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	20.91	20.42	0.49
		2	22.31	21.79	0.52
		3	22.18	21.84	0.34
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	19.03	18.55	0.48
		2	20.45	19.84	0.61
		3	17.28	16.73	0.55

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	23.73	23.44	0.29
		2	24.20	23.92	0.28
		3	22.98	22.83	0.15
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	24.75	24.42	0.33
		2	23.61	23.22	0.39
		3	19.95	19.72	0.23
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	22.97	22.58	0.39
		2	22.82	22.41	0.41
		3	22.13	21.89	0.24
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	20.06	19.49	0.57
		2	25.22	24.83	0.39
		3	18.06	17.84	0.22

Lampiran 3. (Lanjutan)

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	22.24	22.04	0.20
		2	22.92	22.68	0.24
		3	23.50	23.43	0.07
2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	19.45	19.24	0.21
		2	22.68	22.05	0.63
		3	20.71	20.51	0.20
3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	20.08	19.75	0.33
		2	24.72	24.21	0.51
		3	21.35	21.18	0.17
4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	18.74	18.34	0.40
		2	19.71	19.30	0.41
		3	20.14	19.75	0.39

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum (g)	Bobot sesudah (g)	Penurunan berat (g)
1	Kontrol	1	19.30	19.14	0.16
		2	18.25	18.10	0.15
		3	17.33	17.17	0.16
2	Kontrol	1	15.91	15.69	0.22
		2	21.67	21.42	0.25
		3	20.34	20.10	0.24
3	Kontrol	1	16.25	15.55	0.7
		2	20.59	20.25	0.34
		3	19.88	19.61	0.27
4	Kontrol	1	15.60	14.71	0.89
		2	20.41	19.35	1.06
		3	19.95	19.69	0.28

Lampiran 4. Data Kadar Air Apel Potong

$$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(Berat\ awal - Berat\ akhir)}{Berat\ awal} \times 100\%$$

$$= \frac{2.04-0.28}{2.04} \times 100\%$$

$$= 86.27\%$$

Penyimpanan Hari ke	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot konstan (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	2.04	0.28	86.27	83.96
			2.03	0.30	85.22	
			2.04	0.40	80.39	
		2	2.05	0.40	80.25	80.25
			2.04	0.41	79.90	
			2.04	0.40	80.39	
		3	2.00	0.33	83.50	84.66
			2.03	0.31	84.72	
			2.04	0.29	85.78	
2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	2.02	0.26	87.12	84.73
			2.04	0.39	80.88	
			2.03	0.28	86.20	
		2	2.03	0.36	82.26	81.33
			2.03	0.39	80.78	
			2.05	0.39	80.97	
		3	2.00	0.33	83.50	85.32
			2.03	0.29	85.71	
			2.04	0.27	86.76	
3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	2.01	0.28	85.57	83.71
			2.03	0.41	79.80	
			2.04	0.29	85.78	
		2	2.05	0.43	79.02	79.54
			2.05	0.41	80.00	
			2.01	0.41	79.60	
		3	2.03	0.34	83.25	84.93
			2.05	0.30	85.36	
			2.03	0.28	86.20	
4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	2.01	0.39	80.59	82.00
			2.03	0.39	80.78	
			2.02	0.31	84.65	
		2	2.05	0.43	79.02	80.06
			2.04	0.41	79.90	
			2.03	0.38	81.28	
		3	2.02	0.29	85.64	84.94
			1.99	0.33	83.41	
			2.04	0.29	85.78	

Lampiran 4. (Lanjutan)

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot konstan (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	2.01	0.29	85.57	85.28
			2.02	0.30	85.14	
			2.02	0.30	85.14	
		2	2.05	0.34	83.41	84.56
			2.01	0.30	85.07	
			2.03	0.30	85.22	
		3	2.04	0.33	83.82	84.70
			2.03	0.31	84.72	
			2.01	0.29	85.57	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	2.04	0.28	86.27	84.83
			2.02	0.31	84.65	
			2.01	0.33	83.58	
		2	2.01	0.33	83.58	84.27
			2.03	0.32	84.23	
			2.00	0.30	85.00	
		3	1.99	0.36	81.90	83.04
			2.02	0.33	83.66	
			2.01	0.33	83.58	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	2.05	0.33	83.90	84.89
			2.03	0.29	85.71	
			2.01	0.30	85.07	
		2	2.01	0.35	82.58	84.48
			2.04	0.30	85.29	
			2.01	0.29	85.57	
		3	1.99	0.31	84.42	84.85
			2.03	0.30	85.22	
			1.99	0.30	84.92	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	2.04	0.29	85.78	85.19
			2.01	0.30	85.07	
			2.03	0.31	84.72	
		2	1.99	0.34	82.91	84.51
			2.00	0.29	85.50	
			2.02	0.30	85.14	
		3	2.05	0.35	82.92	83.96
			2.02	0.31	84.65	
			2.04	0.32	84.331	

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot konstan (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	2.02	0.35	82.67	83.60
			2.01	0.28	86.06	
			2.01	0.36	82.08	
		2	1.99	0.27	86.43	86.16
			1.99	0.28	85.92	
			2.02	0.28	86.13	
		3	2.01	0.41	79.60	81.25
			2.01	0.38	81.09	
			2.01	0.34	83.08	

Lampiran 4. (Lanjutan)

Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	2.02	0.35	82.67	83.74
			2.03	0.28	86.20	
			2.04	0.36	82.35	
		2	2.03	0.27	86.69	86.47
			2.01	0.28	86.06	
			2.04	0.27	86.76	
		3	2.02	0.40	80.19	81.46
			2.05	0.37	81.95	
			2.03	0.36	82.26	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	2.02	0.33	83.60	83.72
			2.00	0.30	85.00	
			2.01	0.35	82.58	
		2	2.01	0.33	83.58	84.66
			2.00	0.30	85.00	
			1.99	0.29	85.42	
		3	2.05	0.34	83.41	82.83
			2.02	0.35	82.67	
			1.99	0.35	82.41	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	2.05	0.36	82.43	83.42
			2.01	0.27	86.56	
			2.03	0.38	81.28	
		2	1.99	0.33	83.41	85.32
			1.99	0.28	85.92	
			2.02	0.27	86.63	
		3	2.00	0.32	84.00	82.38
			2.03	0.37	81.77	
			2.04	0.38	81.37	

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot konstan (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	2.03	0.37	81.77	80.36
			2.04	0.40	80.39	
			2.04	0.43	78.92	
		2	2.00	0.33	83.50	84.97
			2.04	0.30	85.29	
			2.02	0.28	86.13	
		3	2.03	0.39	80.78	81.57
			2.03	0.37	81.77	
			2.02	0.36	82.17	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	2.02	0.39	80.69	79.62
			2.02	0.40	80.19	
			2.00	0.44	78.00	
		2	2.03	0.32	84.23	85.05
			1.99	0.30	84.92	
			2.00	0.28	86.00	
		3	2.03	0.36	82.26	81.51
			2.01	0.37	81.59	
			2.02	0.39	80.69	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.25% pelarut	1	2.02	0.44	78.21	80.89
			2.01	0.35	82.58	
			1.99	0.36	81.90	
			2.01	0.29	85.57	

	nanas 25%	2	2.04	0.26	87.25	85.32
			2.04	0.35	82.84	
		3	1.99	0.39	80.40	81.61
			2.04	0.37	81.86	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	2.01	0.35	82.58	80.03
			2.00	0.40	80.00	
			2.00	0.38	81.00	
		2	2.01	0.42	79.10	84.15
			2.03	0.34	83.25	
			2.00	0.31	84.50	
		3	2.03	0.31	84.72	82.11
			2.00	0.35	82.50	
			2.01	0.37	81.59	
			2.02	0.34	83.16	

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot setelah oven (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	2.01	0.40	80.09	80.36
			2.04	0.37	81.86	
			2.05	0.35	82.92	
		2	2.03	0.38	81.28	81.93
			2.04	0.36	82.35	
			2.02	0.37	82.17	
		3	2.00	0.31	84.50	84.21
			2.02	0.30	85.14	
			2.00	0.34	83.00	
			1.99	0.32	83.91	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	1.99	0.31	84.42	83.30
			2.01	0.37	81.59	
			2.01	0.29	85.57	
		2	1.99	0.32	83.91	84.12
			2.01	0.35	82.58	
			2.01	0.32	84.07	
		3	2.01	0.32	84.07	83.71
			2.00	0.34	83.00	
			2.03	0.44	78.21	
			2.00	0.35	82.58	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	2.00	0.36	81.90	80.89
			2.03	0.38	81.28	
			2.01	0.36	82.08	
		2	1.99	0.33	83.41	82.25
			2.01	0.36	82.08	
			1.99	0.34	82.91	
		3	2.02	0.32	84.15	83.04
			2.01	0.36	82.08	
			2.02	0.32	84.15	
			2.01	0.36	82.08	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	2.01	0.37	81.59	81.32
			2.03	0.40	80.29	
			2.02	0.32	84.15	
		2	2.03	0.32	84.23	83.82
			2.01	0.34	83.08	
			2.00	0.35	82.50	
		3	2.02	0.34	83.16	83.55
			2.00	0.30	85.00	

Lampiran 4. (Lanjutan)

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot konstan (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	2.04	0.28	86.27	85.92
			1.99	0.28	85.92	
			2.01	0.29	85.57	
		2	2.04	0.35	82.84	83.80
			2.02	0.33	83.66	
			1.99	0.30	84.92	
		3	2.03	0.36	82.26	82.83
			2.02	0.35	82.67	
			2.02	0.33	83.66	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	2.01	0.33	83.58	85.14
			2.03	0.29	85.71	
			2.02	0.28	86.13	
		2	2.02	0.35	82.67	83.68
			2.01	0.33	83.58	
			2.04	0.31	84.80	
		3	2.00	0.32	84.00	83.41
			2.03	0.33	83.74	
			2.00	0.35	82.50	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	2.00	0.25	87.50	85.40
			2.02	0.30	85.14	
			2.01	0.33	83.58	
		2	2.01	0.38	81.09	82.72
			2.00	0.35	82.50	
			2.01	0.31	84.57	
		3	2.03	0.37	81.77	82.83
			2.01	0.34	83.08	
			2.02	0.33	83.66	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	2.00	0.34	83.00	84.56
			2.00	0.31	84.50	
			2.03	0.28	86.20	
		2	2.03	0.35	82.75	83.07
			2.03	0.34	83.25	
			2.01	0.32	84.23	
		3	2.01	0.39	80.59	82.11
			2.01	0.36	82.08	
			2.02	0.33	83.66	

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot konstan (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	1.99	0.31	84.42	83.28
			2.02	0.33	83.66	
			2.03	0.37	81.77	
		2	2.03	0.35	82.75	83.99
			2.03	0.32	84.23	
			2.00	0.30	85.00	
		3	1.99	0.39	80.40	81.26
			1.99	0.36	81.90	
			2.00	0.37	81.50	
		1	2.01	0.34	83.08	81.88
			2.01	0.36	82.08	

Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	2		2.00	0.39	80.50	83.44
				2.01	0.34	83.08	
				2.02	0.33	83.66	
		3		2.01	0.33	83.58	81.21
				2.02	0.41	79.70	
				2.02	0.38	81.18	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1		2.00	0.39	80.50	81.54
				2.04	0.38	81.37	
				2.03	0.35	82.75	
		2		2.00	0.36	82.00	83.29
				2.02	0.33	83.66	
				2.03	0.32	84.23	
		3		2.01	0.40	80.09	80.65
				2.02	0.39	80.69	
				2.02	0.38	81.18	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1		2.04	0.38	81.37	80.88
				2.02	0.38	81.18	
				2.01	0.40	80.09	
		2		2.03	0.32	84.23	83.29
				2.00	0.35	82.50	
				2.02	0.34	83.16	
		3		2.05	0.37	81.95	82.53
				1.99	0.35	82.41	
				2.03	0.34	83.25	

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot setelah oven (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	1.99	0.33	83.41	84.77
			2.00	0.28	86.00	
			1.99	0.30	84.92	
		2	2.01	0.31	84.57	83.79
			2.02	0.32	84.15	
			2.02	0.35	82.67	
		3	2.03	0.37	81.77	82.47
			1.99	0.35	82.41	
			2.03	0.34	83.25	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	2.02	0.36	82.17	83.16
			2.01	0.34	83.08	
			2.03	0.32	84.23	
		2	2.01	0.33	83.58	82.83
			2.03	0.35	82.75	
			2.02	0.36	82.17	
		3	2.01	0.34	83.08	82.14
			2.04	0.37	81.86	
			2.00	0.37	81.50	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	2.04	0.34	83.33	84.15
			1.99	0.32	83.91	
			2.03	0.30	85.22	
		2	1.99	0.38	80.90	82.37
			1.99	0.36	81.90	
			2.04	0.32	84.31	
		3	2.00	0.38	81.00	81.86
			2.00	0.37	81.50	
			2.01	0.34	83.08	

Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	2.00	0.34	83.00	83.90
			2.00	0.32	84.00	
			2.03	0.31	84.72	
		2	2.00	0.36	82.00	82.88
			1.99	0.34	82.91	
			2.03	0.33	83.74	
		3	2.02	0.39	80.69	81.95
			2.02	0.36	82.17	
			2.00	0.34	83.00	

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot setelah oven (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	2.02	0.35	82.67	83.41
			2.00	0.32	84.00	
			2.01	0.33	83.58	
		2	1.99	0.31	84.42	85.59
			2.03	0.29	85.71	
			2.01	0.25	87.56	
		3	2.02	0.35	82.67	82.05
			2.00	0.34	83.00	
			2.00	0.39	80.50	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	1.99	0.32	83.91	83.49
			2.02	0.33	83.66	
			2.05	0.35	82.92	
		2	2.03	0.32	84.23	85.13
			1.99	0.31	84.42	
			2.04	0.27	86.76	
		3	2.01	0.36	82.08	82.16
			1.99	0.37	81.40	
			2.00	0.34	83.00	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	2.03	0.32	84.23	83.82
			2.00	0.31	84.50	
			2.03	0.35	82.75	
		2	2.03	0.27	86.69	85.27
			2.02	0.29	85.64	
			2.00	0.33	83.50	
		3	1.99	0.37	81.40	82.11
			2.04	0.37	81.86	
			2.01	0.34	83.08	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	2.01	0.34	83.08	83.22
			2.00	0.33	83.50	
			2.01	0.34	83.08	
		2	2.02	0.30	85.14	84.48
			2.04	0.31	84.80	
			2.00	0.33	83.50	
		3	2.03	0.37	81.77	82.86
			2.03	0.34	83.25	
			2.01	0.33	83.58	

Lampiran 4. (Lanjutan)

	Sampel	Ulangan	Bobot sebelum oven (g)	Bobot setelah oven (g)	KA (%)	Rata – rata KA (%)
Penyimpanan Hari ke -1	Kontrol	1	2.05	0.38	81.4634	82.6128
			2	0.33	83.3750	
			2	0.34	83.0000	
		2	2.01	0.32	84.0796	83.7510
			2	0.31	84.5000	
			2.02	0.35	82.6733	
		3	1.99	0.35	82.4121	82.9439
			2	0.35	82.5000	
			1.99	0.32	83.9196	
Penyimpanan Hari ke -2	Kontrol	1	2.02	0.36	82.1782	82.6445
			2.01	0.35	82.5871	
			2.02	0.34	83.1683	
		2	2.01	0.32	84.0796	82.7239
			2	0.35	82.5000	
			2.01	0.37	81.5920	
		3	2.02	0.36	82.1782	83.5737
			2.03	0.35	82.7586	
			2.04	0.29	85.7843	
Penyimpanan Hari ke -3	Kontrol	1	2.04	0.4	80.3922	82.3247
			2	0.34	83.0000	
			2.01	0.33	83.5821	
		2	2.01	0.34	83.0846	84.7135
			1.99	0.31	84.4221	
			2.02	0.27	86.6337	
		3	2.02	0.38	81.1881	83.0641
			2.01	0.33	83.5821	
			1.99	0.31	84.4221	
Penyimpanan Hari ke -4	Kontrol	1	2.03	0.3	85.2217	83.3282
			2.02	0.35	82.6733	
			2.01	0.36	82.0896	
		2	1.99	0.33	83.4171	83.0536
			2.03	0.33	83.7438	
			2	0.36	82.0000	
		3	2.01	0.37	81.5920	81.8771
			2.03	0.36	82.2660	
			2.03	0.37	81.7734	

Lampiran 5. Data total padatan terlarut apel potong

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	3.5	3.6
			3.7	
		2	7.7	7.5
			7.3	
		3	6.6	6.1
			5.6	
Penyimpanan Hari ke - 2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	3.5	3.55
			3.6	
		2	7.5	7.3
			7.1	
		3	5.1	5.3
			5.5	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	4.5	4.4
			4.3	
		2	6.5	6.85
			7.2	
		3	5.1	4.9
			4.7	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	7.8	7.65
			7.5	
		2	7.0	7.5
			8.0	
		3	6.0	5.5
			5.0	

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	3.5	3.6
			3.7	
		2	4.8	5.15
			5.5	
		3	5.3	5.3
			5.3	
Penyimpanan Hari ke - 2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	3.5	3.55
			3.6	
		2	5.5	5.5
			5.5	
		3	5.4	5.5
			5.6	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	5.5	5.6
			5.7	
		2	5.0	4.6
			4.2	
		3	5.2	5.05
			4.9	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	4.8	4.9
			5.0	
		2	5.8	6.1
			6.4	
		3	6.5	6.5
			6.5	

Lampiran 5. (Lanjutan)

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	5.5	5.4
			5.3	
		2	4	4.155
			4.31	
		3	5.5	5.5
			5.5	
Penyimpanan Hari ke - 2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	6.5	6.6
			6.7	
		2	4.9	5.05
			5.2	
		3	6.1	6.1
			6.1	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	7.5	7.6
			7.7	
		2	5.5	5.75
			6.0	
		3	5.3	4.95
			4.6	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	7.8	7.8
			7.8	
		2	6.5	5.7
			5.9	
		3	5.5	5.5
			5.5	

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	10	9.75
			9.5	
		2	5.8	5.55
			5.3	
		3	7.0	7.0
			7.0	
Penyimpanan Hari ke - 2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	10	9.6
			9.2	
		2	5.0	5.4
			5.8	
		3	7.5	7.25
			7.0	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	9.5	9.75
			10	
		2	4.9	5.55
			6.2	
		3	7.0	7.50
			8.0	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	7.6	8.05
			8.5	
		2	5.0	5.50
			6.0	
		3	7.5	7.65
			7.8	

Lampiran 5. (Lanjutan)

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	8	7.75
			7.5	
		2	8.0	8.05
			8.1	
		3	6.5	6.25
			6.0	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	7.2	7.35
			7.5	
		2	7.5	7.75
			8.0	
		3	6.0	6.0
			6.0	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	7.0	7.5
			8.0	
		2	6.5	6.75
			7.0	
		3	6.5	6.3
			6.1	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	4.7	5.45
			6.2	
		2	8.6	8.55
			8.5	
		3	7.0	6.35
			5.7	

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	6.1	5.3
			4.5	
		2	7.1	6.45
			5.8	
		3	8.0	7.75
			7.5	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	6.0	6.05
			6.1	
		2	7.5	7
			6.5	
		3	6.9	7.25
			7.6	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	5.5	6.15
			6.8	
		2	7.0	7.4
			7.8	
		3	5.6	5.8
			6.0	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	9.5	9.75
			10	
		2	7.6	6.85
			6.1	
		3	6.0	6.25
			6.5	

Lampiran 5. (Lanjutan)

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	4.5	4.25
			4.0	
		2	4.4	4.25
			4.1	
		3	7.5	7.50
			7.5	
Penyimpanan Hari ke - 2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	5.0	4.75
			4.5	
		2	4.2	4.30
			4.4	
		3	8.0	7.95
			7.9	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	4.6	4.80
			5.0	
		2	4.0	4.25
			4.5	
		3	7.5	7.30
			7.1	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	4.6	4.80
			5.0	
		2	4.9	4.60
			4.3	
		3	8.1	8.05
			8.0	

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	3.8	3.45
			3.1	
		2	5.5	5.2
			4.9	
		3	6.9	6.95
			7.0	
Penyimpanan Hari ke - 2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	3.5	3.3
			3.1	
		2	5.5	5.75
			6.0	
		3	6.5	6.95
			7.0	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	3.5	3.65
			3.8	
		2	5.0	5.35
			5.7	
		3	7.1	6.8
			6.5	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	4.0	4.0
			4.0	
		2	5.4	5.55
			5.7	
		3	7.0	6.55
			6.1	

Lampiran 5. (Lanjutan)

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	5.5	5.25
			5.0	
		2	3.9	3.7
			3.5	
		3	8.0	7.75
			7.5	
Penyimpanan Hari ke - 2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	4.8	4.6
			4.4	
		2	3.0	3.35
			3.7	
		3	6.9	7.25
			7.6	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	6.0	6.0
			6.0	
		2	4.0	4.0
			4.0	
		3	7.9	7.7
			7.5	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	5.5	5.45
			5.4	
		2	3.0	3.35
			3.7	
		3	7.0	7.25
			7.5	

	Sampel	Ulangan	TPT (°Brix)	Rata-rata (°Brix)
Penyimpanan Hari ke -1	Kontrol	1	7.5	7.25
			7	
		2	4.7	4.6
			4.5	
		3	4.9	4.95
			5	
Penyimpanan Hari ke - 2	Kontrol	1	6.8	6.5
			6.2	
		2	3.5	4
			4.5	
		3	4.5	4.65
			4.8	
Penyimpanan Hari ke -3	Kontrol	1	7.5	7.2
			6.9	
		2	4	4.5
			5	
		3	5	4.75
			4.5	
Penyimpanan Hari ke -4	Kontrol	1	4.5	4.55
			4.6	
		2	5.5	5
			4.5	
		3	5.5	5.5
			5.5	

Lampiran 6. Data Tekstur atau kekerasan apel potong

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm ²)	Rata-rata tekstur (g/mm ²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	160.5414	145.7165
			130.8917	
		2	167.8981	181.0987
			194.2994	
		3	128.8217	134.6178
			140.414	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	121.4013	127.8343
			134.2675	
		2	133.1529	127.3885
			121.6242	
		3	193.3439	189.2834
			185.2229	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	155.5096	153.2324
			150.9554	
		2	204.6497	199.3789
			194.1083	
		3	141.4013	141.7038
			142.0064	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 35%	1	142.7389	140.7643
			138.7898	
		2	196.3376	193.6146
			190.8917	
		3	126.4331	126.7197
			127.0064	

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm ²)	Rata-rata tekstur (g/mm ²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	153.2803	148.5668
			143.8535	
		2	143.2166	131.4171
			119.6178	
		3	139.8089	142.5955
			145.3822	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	158.8854	145.9394
			132.9936	
		2	119.5541	125.1273
			130.7006	
		3	125.7643	133.0095
			140.2548	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 35%	1	159.1401	150.7006
			142.2611	
		2	143.0573	121.2579
			99.4586	
		3	154.5223	140.9076
			127.293	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut	1	170.1911	152.1337
			134.0764	
		2	114.8089	128.1050
			141.4013	

	nanas 35%	3	175.9554 144.9045	160.4299
--	-----------	---	----------------------	----------

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm ²)	Rata-rata tekstur (g/mm ²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	142.4522	137.2133
			131.9745	
		2	134.172	136.2738
			138.3758	
		3	222.0382	191.0031
			159.9682	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	183.0892	165.7324
			148.3758	
		2	134.9363	146.0509
			157.1656	
		3	169.0446	167.0382
			165.0318	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	177.1656	165.4936
			153.8217	
		2	144.9682	143.0573
			141.1465	
		3	183.7261	178.8853
			174.0446	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 35%	1	160.4777	158.9490
			157.4204	
		2	163.6306	144.1082
			124.586	
		3	207.5159	220.3343
			233.1529	

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm ²)	Rata-rata tekstur (g/mm ²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	199.4904	185.2707
			171.051	
		2	177.1656	182.0382
			186.9108	
		3	188.328	183.6544
			178.9809	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	157.5478	168.7579
			179.9682	
		2	178.7261	171.9267
			165.1274	
		3	168.758	170.3423
			171.9267	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 25%	1	195.3822	198.0414
			200.7006	
		2	149.2675	162.8980
			176.5287	
		3	198.0414	180.4697
			162.8981	
Penyimpanan	Karagenan 0.25%	1	151.9745 155.2548	153.6146
		2	134.4268	150.1751

Hari ke -4	pelarut nanas 25%		165.9236	151.8948
		3	153.6146	
			150.175	

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm ²)	Rata-rata tekstur (g/mm ²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	181.6561	161.1942
			140.7325	
		2	137.8981	145.3662
			152.8344	
		3	161.1942	153.2802
			145.3662	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	139.0446	139.2356
			139.4268	
		2	102.1656	118.9649
			135.7643	
		3	139.2356	129.1002
			118.9649	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	157.3885	147.9458
			138.5032	
		2	111.5924	125.0796
			138.5669	
		3	147.9458	136.5127
			125.0796	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 25%	1	139.3631	147.1019
			154.8408	
		2	183.2484	140.9872
			98.72611	
		3	147.1019	144.0445
			140.9872	

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm ²)	Rata-rata tekstur (g/mm ²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	118.3758	120.4777
			122.5796	
		2	135	142.3407
			149.6815	
		3	120.4777	131.4092
			142.3407	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	106.1561	109.4633
			112.7707	
		2	143.121	143.1528
			143.1847	
		3	109.4633	126.3080
			143.1528	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 25%	1	142.3885	134.1878
			125.9873	
		2	150.1274	152.3566
			154.586	
		3	134.1878	143.2722
			152.3566	
	Karagenan	1	144.0764	139.2834
			134.4904	

Penyimpanan Hari ke -4	0.75% pelarut nanas 25%	2	138.7898	137.3726
			135.9554	
		3	139.2834	138.3280
			137.3726	

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm ²)	Rata-rata tekstur (g/mm ²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	175.7325	205.5573
			235.3822	
		2	156.2102	167.2770
			178.3439	
		3	205.5573	186.4171
			167.2770	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	228.4076	194.9840
			161.5605	
		2	125.5414	135.4458
			145.3503	
		3	194.9840	165.2149
			135.4458	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	197.1975	198.1528
			199.1083	
		2	161.5924	152.5318
			143.4713	
		3	198.1528	175.3423
			152.5318	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.25% pelarut nanas 15%	1	223.949	210.5254
			197.1019	
		2	184.3949	164.3630
			144.3312	
		3	210.5254	187.4442
			164.3630	

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm ²)	Rata-rata tekstur (g/mm ²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	180.7643	184.2356
			187.707	
		2	157.3567	150.1910
			143.0255	
		3	184.2356	167.2133
			150.1910	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	159.2357	158.0414
			156.8471	
		2	166.3057	171.3853
			176.465	
		3	158.0414	164.7133
			171.3853	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	188.2166	181.5923
			174.9682	
		2	186.8471	168.9331
			151.0191	
		3	181.5923	175.2627
			168.9331	

Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.5% pelarut nanas 15%	1	173.2484	179.8726
			186.4968	
		2	155.9236	152.4522
			148.9809	
		3	179.8726	166.1624
			152.4522	

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm²)	Rata-rata tekstur (g/mm²)
Penyimpanan Hari ke -1	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	156.1146	164.3312
			172.5478	
		2	144.3949	154.1401
			163.8854	
		3	164.3312	159.2356
			154.1401	
Penyimpanan Hari ke -2	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	159.7771	151.7834
			143.7898	
		2	160.0637	171.7515
			183.4395	
		3	151.7834	161.7674
			171.7515	
Penyimpanan Hari ke -3	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	153.0573	146.0987
			139.1401	
		2	160.0955	145.8439
			131.5924	
		3	146.0987	145.9713
			145.8439	
Penyimpanan Hari ke -4	Karagenan 0.75% pelarut nanas 15%	1	136.6242	162.5636
			188.5032	
		2	157.9618	160.0796
			162.1975	
		3	162.5636	161.3216
			160.0796	

	Sampel	Ulangan	Tekstur (g/mm²)	Rata-rata tekstur (g/mm²)
Penyimpanan Hari ke -1	Kontrol	1	200.7325	193.9013
			187.0701	
		2	162.0064	150.0478
			138.0892	
		3	180.8280	174.8567
			168.8854	
Penyimpanan Hari ke -2	Kontrol	1	147.9299	140.2229
			132.5159	
		2	187.3248	160.7484
			134.1720	
		3	163.0573	155.4459
			147.8344	
Penyimpanan Hari ke -3	Kontrol	1	145.1274	158.0096
			170.8917	
		2	148.6306	152.3567
			156.0828	
		3	152.9936	146.2898
			152.9936	

			139.5860	
Penyimpanan Hari ke -4	Kontrol	1	165.4777	153.8217
			142.1656	
		2	147.7707	144.2197
			140.6688	
		3	165.2866	163.9968
			162.7070	

Lampiran 7. Pengujian Analisis Sidik Ragam (ANOVA) dan BNT Parameter Kadar Oksigen

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat (JK) atau SS	Derajat bebas (df)	Kuadrat tengah (KT) atau MS	F -Hitung	P-value	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
N	341.6938	11	31.06307	117.0964	2.4E-41	1.924308	2.504476
K	27.74532	2	13.87266	52.29485	9.4E-15	3.123907	4.912692
KL	68.44468	22	3.111122	11.72779	5.92E-16	1.69192	2.097782
Error/ Galat	19.1	72	0.265278				
Total	456.9838	107					

Rumus Perhitungan BNT

$$BNT = t_{df:72}^{\alpha:5\%} \sqrt{\frac{2 * KTG}{r}}$$

Keterangan:

Alfa:5% = Signifikansi level

BNT = Nilai BNT

df = Derajat bebas galat

KTG = Kuadrat tengah galat

r = Jumlah ulangan

- Perhitungan BNT 5%

$$BNT = 1.9935 \sqrt{\frac{2 \times 0.26528}{3}} \\ = 0.8383$$

Nilai BNT	SAMPEL	RERATA	NOTASI	RERATA+BNT
0.8383	K3N1	12.77	a	13.6083
0.8383	K2N2	14.92	b	15.7583
0.8383	K1N1	15.21	b	16.0483
0.8383	K2N1	15.31	b	16.1483
0.8383	K3N3	15.33	b	16.1683
0.8383	K2N3	15.45	b	16.2883
0.8383	K1N2	15.52	b	16.3583
0.8383	K3N2	15.61	b	16.4483
0.8383	K1N3	16.08	c	16.9183

Lampiran 7. (Lanjutan)

- Perhitungan BNT 1%

$$\begin{aligned} \text{BNT} &= 2.6459 \sqrt{\frac{2 \times 0.26528}{3}} \\ &= 1.1127 \end{aligned}$$

Nilai BNT	SAMPEL	RERATA	NOTASI	RERATA+BNT
1.1127	K3N1	12.77	a	13.8827
1.1127	K2N2	14.92	b	16.0327
1.1127	K1N1	15.21	b	16.3227
1.1127	K2N1	15.31	b	16.4227
1.1127	K3N3	15.33	b	16.4427
1.1127	K2N3	15.45	b	16.5627
1.1127	K1N2	15.52	b	16.6327
1.1127	K3N2	15.61	b	16.7227
1.1127	K1N3	16.08	c	17.1927

Lampiran 8. Pengujian Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Parameter Kadar Karbondioksida

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat (JK) atau SS	Derajat bebas (df)	Kuadrat tengah (KT) atau MS	F - Hitung	P-value	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
N	27.01435	11	2.45585	52.52115	6.46E-30	1.924308	2.504476
K	2.154769	2	1.077384	23.04109	1.84E-08	3.123907	4.912692
KL	1.660787	22	0.07549	1.614446	0.066981	1.69192	2.097782
Error/ Galat	3.366667	72	0.046759				
Total	34.19657	107					

- Perhitungan BNT 5%

$$\text{BNT} = 1.9935 \sqrt{\frac{2 \times 0.04676}{3}}$$

$$= 0.352$$

Nilai BNT	SAMPEL	RERATA	NOTASI	RERATA+BNT
0.352	K3N1	1.07	a	1.422
0.352	K2N2	1.16	a	1.512
0.352	K1N1	1.28	a	1.632
0.352	K2N1	1.29	a	1.642
0.352	K3N3	1.3	a	1.652
0.352	K2N3	1.53	b	1.882
0.352	K1N2	1.6	c	1.952
0.352	K3N2	1.63	c	1.982
0.352	K1N3	1.93	d	2.282

- Perhitungan BNT 1%

$$\text{BNT} = 2.6459 \sqrt{\frac{2 \times 0.04676}{3}}$$

$$= 0.4671$$

Nilai BNT	SAMPEL	RERATA	NOTASI	RERATA+BNT
0.4671	K3N1	1.07	a	1.5371
0.4671	K2N2	1.16	a	1.6271
0.4671	K1N1	1.28	a	1.7471
0.4671	K2N1	1.29	a	1.7571
0.4671	K3N3	1.3	a	1.7671
0.4671	K2N3	1.53	a	1.9971
0.4671	K1N2	1.6	b	2.0671
0.4671	K3N2	1.63	c	2.0971
0.4671	K1N3	1.93	d	2.3971

Lampiran 9. Pengujian Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Parameter Susut Bobot

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat (JK) atau SS	Derajat bebas (df)	Kuadrat tengah (KT) atau MS	F -Hitung	P-value	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
N	1.155121	11	0.105011	3.526051	0.000552	1.924308	2.504476
K	0.192207	2	0.096104	3.226962	0.045482	3.123907	4.912692
KL	1.107615	22	0.050346	1.690518	0.050268	1.69192	2.097782
Error/ Galat	2.144267	72	0.029781				
Total	4.59921	107					

- Perhitungan BNT 5%

$$\text{BNT} = 1.9935 \sqrt{\frac{2 \times 0.02978}{3}}$$

$$= 0.2809$$

Nilai BNT	SAMPEL	RERATA	NOTASI	RERATA+BNT
0.2809	K1N3	0.27	a	0.5509
0.2809	K1N1	0.31	a	0.5909
0.2809	K3N2	0.32	a	0.6009
0.2809	K2N1	0.32	a	0.6009
0.2809	K2N2	0.35	a	0.6309
0.2809	K1N2	0.38	a	0.6609
0.2809	K3N1	0.43	a	0.7109
0.2809	K2N3	0.43	a	0.7109
0.2809	K3N3	0.61	b	0.8909

- Perhitungan BNT 1%

$$\text{BNT} = 2.6459 \sqrt{\frac{2 \times 0.02978}{3}}$$

$$= 0.3728$$

Nilai BNT	SAMPEL	RERATA	NOTASI	RERATA+BNT
0.3728	K1N3	0.27	a	0.6428
0.3728	K1N1	0.31	a	0.6828
0.3728	K3N2	0.32	a	0.6928
0.3728	K2N1	0.32	a	0.6928
0.3728	K2N2	0.35	a	0.7228
0.3728	K1N2	0.38	a	0.7528
0.3728	K3N1	0.43	a	0.8028
0.3728	K2N3	0.43	a	0.8028
0.3728	K3N3	0.61	a	0.9828

Lampiran 10. Pengujian Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Parameter Kadar Air

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat (JK) atau SS	Derajat bebas (df)	Kuadrat tengah (KT) atau MS	F -Hitung	<i>P-value</i>	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
N	32.44924	11	2.949931	1.086786	0.384077	1.924308	2.504476
K	15.48703	2	7.743515	2.852794	0.064223	3.123907	4.912692
KL	24.29355	22	1.104252	0.406818	0.989821	1.69192	2.097782
Error/ Galat	195.4341	72	2.714362				
Total	267.6639	107					

Lampiran 11. Pengujian Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Parameter TPT

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat (JK) atau SS	Derajat bebas (df)	Kuadrat tengah (KT) atau MS	F -Hitung	<i>P-value</i>	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
N	8.254144	11	0.750377	0.320471	0.978996	1.924308	2.504476
K	58.15505	2	29.07752	12.41843	2.33E-05	3.123907	4.912692
KL	13.46218	22	0.611917	0.261338	0.999576	1.69192	2.097782
Error/ Galat	168.5867	72	2.341481				
Total	248.458	107					

Lampiran 12. Pengujian Analisis Sidik Ragam (ANOVA) dan BNT Parameter Kekerasan

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat (JK) atau SS	Derajat bebas (df)	Kuadrat tengah (KT) atau MS	F -Hitung	<i>P-value</i>	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
N	10018.3	11	910.7545	2.752807	0.004948	1.924308	2.504476
K	7293.813	2	3646.906	11.02298	6.66E-05	3.123907	4.912692
KL	11667.42	22	530.3374	1.602975	0.069905	1.69192	2.097782
Error/ Galat	23820.9	72	330.8458				
Total	52800.43	107					

Lampiran 12. (Lanjutan)

- Perhitungan BNT 5%

$$\begin{aligned} \text{BNT} &= 1.9935 \sqrt{\frac{2 \times 330.846}{3}} \\ &= 29.6057 \end{aligned}$$

Nilai BNT	SAMPEL	RERATA	NOTASI	RERATA+BNT
29.6057	K3N2	134.82	a	164.4257
29.6057	K2N3	140.01	a	169.6157
29.6057	K2N2	140.73	a	170.3357
29.6057	K1N3	155.11	a	184.7157
29.6057	K3N1	157.07	a	186.6757
29.6057	K3N3	162.84	a	192.4457
29.6057	K2N1	168.33	b	197.9357
29.6057	K1N2	171.59	c	201.1957
29.6057	K1N1	178.6	c	208.2057

- Perhitungan BNT 5%

$$\begin{aligned} \text{BNT} &= 2.6459 \sqrt{\frac{2 \times 330.846}{3}} \\ &= 39.2946 \end{aligned}$$

Nilai BNT	SAMPEL	RERATA	NOTASI	RERATA+BNT
39.2946	K3N2	134.82	a	174.1146
39.2946	K2N3	140.01	a	179.3046
39.2946	K2N2	140.73	a	180.0246
39.2946	K1N3	155.11	a	194.4046
39.2946	K3N1	157.07	a	196.3646
39.2946	K3N3	162.84	a	202.1346
39.2946	K2N1	168.33	a	207.6246
39.2946	K1N2	171.59	a	210.8846
39.2946	K1N1	178.6	b	217.8946